ANNALES

DE

L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Prix de l'abonnement : France. . . . . . . 12 fr.

Étranger . . . . . . 15 fr.

Prix du numéro. . . . . 4 fr.

ANNALES

DE

L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

TOME XVII

GAUTHIER-VILLARS
Imprimeur-éditeur
PARIS

ALLIER FRÈRES
Imprimeurs-éditeurs
GRENOBLE

1905

INTÉGRALES D'UNE ÉQUATION DIFFÉRENTIELLE

DANS LE VOISINAGE

DE CONDITIONS INITIALES SINGULIÈRES QUELCONQUES,

Par M. H. DULAC,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences.

1. Dans un travail précédent ([1]), j'ai abordé l'étude, dans le champ complexe et dans le voisinage de conditions initiales singulières, des intégrales d'une équation différentielle du premier ordre

$$Y(x, y)\, dy + X(x, y)\, dx = 0. \tag{1}$$

Nous pouvons supposer que ces conditions initiales sont

$$x = 0, \qquad y = 0$$

et que Y et X sont des fonctions holomorphes et nulles pour $x = 0$, $y = 0$.

Dans le cas où le point $x = 0$, $y = 0$ est un point d'intersection simple des courbes $X = 0$, $Y = 0$, les travaux de Briot et Bouquet, de nombreux théorèmes donnés depuis et dont les plus importants sont dus à MM. Picard et Poincaré, constituent une théorie satisfaisante, malgré un certain nombre de lacunes qui subsistent encore. Mais si ce cas d'un point d'intersection simple est celui qui se présente le plus ordinairement, le cas où l'on a un point d'intersection d'ordre n peut être considéré comme le plus général, puisque les résultats obtenus dans ce cas seront valables en particulier pour $n = 1$. Cependant, pour ce cas d'un point d'intersection d'ordre quelconque, les résultats que l'on possédait concernaient presque exclusivement la recherche des intégrales algébroïdes et l'étude des intégrales réelles.

([1]) *Journal de l'École Polytechnique*, 1904.

J'ai pu, dans le travail cité, étendre, au cas d'un point d'intersection d'ordre quelconque, la plupart des résultats obtenus dans le cas d'un point d'intersection d'ordre *un*. Je me propose ici de compléter et de préciser certains points de l'étude que j'ai faite.

Je considère l'équation (1), où le degré minimum des termes de X et de Y sera supposé égal à n. Bien que le problème de la recherche des intégrales algébroïdes relatives aux valeurs initiales $x = 0$, $y = 0$ soit complètement résolu, je reprends la discussion de ce problème, afin de la simplifier, mais surtout afin de montrer comment la recherche des intégrales algébroïdes permet de donner des conclusions relatives aux autres intégrales.

Je donne, d'une part, un énoncé simple des conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation ait une infinité d'intégrales algébroïdes, pour lesquelles x et y soient nuls simultanément, et, d'autre part, je montre que, si l'équation (1) n'admet pas $n + 1$ intégrales algébroïdes, elle admet une infinité d'intégrales transcendantes passant par l'origine.

Abordant ensuite la recherche de l'intégrale générale de l'équation différentielle, dans le voisinage de $x = 0$, $y = 0$, je montre comment de cette recherche on peut déduire une classification des points singuliers tout à fait analogue à la classification établie dans le cas où l'on a un point d'intersection simple des courbes $X = 0$, $Y = 0$. Je donnerai, comme conclusion, les énoncés de divers théorèmes communs au cas de $n = 1$ et au cas de n quelconque.

Je renverrai au travail que j'ai cité pour les définitions dont le rappel serait trop long, ainsi que pour les démonstrations auxquelles je n'aurais aucune modification à faire (1).

Recherche des intégrales algébroïdes.

2. On peut rechercher les intégrales algébroïdes par deux méthodes différentes, tout à fait analogues aux deux méthodes employées dans l'étude des fonctions algébriques d'une variable.

---

(1) Les paragraphes auxquels il pourra être utile de se reporter seront indiqués par leurs numéros d'ordre précédés du signe n° s'il s'agit du Mémoire paru dans le *Journal de l'École Polytechnique*, et précédés du signe §, s'il s'agit du travail actuel.

La première méthode, analogue à la méthode de Puiseux pour l'étude des fonctions algébriques, a été indiquée d'abord par Briot et Bouquet ([1]) et complétée par M. Autonne ([2]). La deuxième méthode, analogue à la méthode de Weierstrass, a été développée par M. J. Bendixson ([3]). M. Bendixson s'est borné à appliquer cette méthode à l'étude des intégrales de l'équation dans le champ réel; mais elle s'applique immédiatement à la recherche des intégrales algébroïdes.

La première méthode m'a paru donner lieu à un énoncé plus simple des résultats obtenus. C'est celle que j'ai exposée, avec quelques modifications, d'après les travaux de M. Autonne, et que j'emploierai ici.

Les deux méthodes permettraient d'aborder la recherche des intégrales que j'avais appelées *régulières* (telles que, quel que soit μ, le quotient $y : x^{\mu}$ tende vers une limite finie ou infinie). Mais comme ce problème ne peut être résolu complètement et que la recherche des intégrales régulières ne m'a été utile que pour montrer que, dans le cas où certaines intégrales algébroïdes disparaissent, il y a une infinité d'autres intégrales, je me contenterai de démontrer directement ce dernier résultat, sans faire intervenir de considérations générales sur les intégrales non algébroïdes.

3. Je construis le polygone figuratif (n° 37) de l'équation (1). Pour cela, considérant les divers termes de l'expression

$$xX(x, y) + yY(x, y),$$

je marque pour chaque terme $Ax^{\alpha}y^{\beta}$, dans le plan de deux axes rectangulaires $\alpha O \beta$, le point ayant pour abscisse β, exposant de y et pour ordonnée α, exposant de x dans ce terme.

Pour qu'il y ait des intégrales $y(x)$ dont l'ordre infinitésimal par rapport à x soit égal à μ, il faut que μ soit la pente d'un côté du polygone figuratif ou la pente de la tangente en un sommet de ce polygone (n° 41).

([1]) *Journal de l'École Polytechnique*, 1856, Cahier XXXVI.

([2]) *Annales de l'Université de Lyon*, 1891; *Journal de l'École Polytechnique*, 1897 et 1898.

([3]) *Acta mathematica*, t. XXIV.

4. Considérons d'abord les intégrales fournies par un côté du polygone.

Soient, avec les notations du n° 12, α_i, β_i et α_{i+1}, β_{i+1} les coordonnées des extrémités du côté considéré du polygone ($\beta_{i+1} > \beta_i$) et α_j, β_j les coordonnées des points figuratifs situés sur ce côté. Soit $\mu = \frac{p}{q}$ la pente de ce côté.

Pour obtenir toutes les intégrales d'ordre $\frac{p}{q}$, nous posons

$$(2) \qquad x = x_1^q, \qquad y = v x_1^p;$$

et nous cherchons les valeurs finies et non nulles vers lesquelles peut tendre v. Nous obtenons l'équation

$$(3) \quad x_1[v^{\beta_i - 1}\psi(v) + x_1 F(x_1, v)]\,dv + [v^{\beta_i}\varphi(v) + x_1 G(x_1, v)]\,dx_1 = 0$$

avec

$$\psi(v) \equiv B_i + \Sigma B_j v^{\beta_j - \beta_i} + B_{i+1} v^{\beta_{i+1} - \beta_i}$$

$$\varphi(v) \equiv q A_i + p B_i + \Sigma(q A_j + p B_j) v^{\beta_j - \beta_i} + (p A_{i+1} + q B_{i+1}) v^{\beta_{i+1} - \beta_i}.$$

Pour x_1 tendant vers zéro, v doit tendre vers une des racines de l'équation $\varphi(v) = 0$, *équation indicatrice*.

Soit a_1 une racine simple de cette équation. Le changement de variable

$$v = a_1 + y_1$$

donne une équation de la forme

$$(4) \quad x_1 Y_1(x_1, y_1)\,dy_1 + [-\lambda y_1 + y_1^2 f(y_1) + x_1 H(x_1, y_1)]\,dx_1 = 0,$$

λ n'étant pas nul. Si a_1 est une racine d'ordre de multiplicité n_1, le même changement de variable donne l'équation

$$(5) \quad x_1 Y_1(x_1, y_1)\,dy_1 + [-\lambda y_1^{n_1} + y_1^{n_1+1} f(y_1) + x_1 H(x_1, y_1)]\,dx_1 = 0.$$

Rappelons les différents cas qui peuvent se présenter :

1° *L'équation* $\varphi(v) = 0$ *se réduit à une identité.*

L'équation (3) prend alors la forme

$$[\psi(v) + x_1 F(x_1, v)]\,dv + [\chi(v) + x_1 H(x_1, v)]\,dx = 0.$$

Pour toute valeur initiale v_0 n'annulant pas simultanément $\psi(v)$ et $\chi(v)$, cette équation fournit une intégrale algébroïde.

2° *On a* $q\text{A}_i + p\text{B}_i = 0$ *ou* $p\text{A}_{i+1} + q\text{B}_{i+1} = 0$.

L'équation $\varphi(v) = 0$ admet alors moins de $\beta_{i+1} - \beta_i$ racines finies et non nulles. Si l'on n'est ni dans ce cas, ni dans le cas 1°, l'équation $\varphi(v) = 0$ admet $\beta_{i+1} - \beta_i$ racines finies et non nulles, chaque racine étant comptée avec son ordre de multiplicité.

3° *Dans l'équation* (4) *on a* $\text{Y}_1(0, 0) \neq 0$.

Cette équation se met alors sous la forme

$$(6)\qquad x_1\,dy_1 + [-\lambda y_1 + y_1^2 f(y_1) + x_1 \text{F}(x_1, y_1)]\,dx_1 = 0,$$

λ n'étant pas nul.

4° *Dans l'équation* (4) *on a* $\text{Y}_1(0, 0) = 0$.

Nous conserverons, pour le moment, l'équation sous la forme

$$(7)\quad x_1 \text{Y}_1(x_1, y_1)\,dy_1 + [-\lambda y_1 + y_1^2 f(y_1) + x_1 \text{F}(x_1, y_1)]\,dx_1 = 0$$

avec $\lambda \neq 0$.

5° *Dans l'équation* (5) *on a* $\text{Y}_1(0, 0) \neq 0$.

L'équation prend la forme (6) avec $\lambda = 0$, mais $f(y_1)$ n'est pas identiquement nul.

6° *Dans l'équation* (5) *on a* $\text{Y}_1(0, 0) = 0$ et $\text{Y}_1(x_1, y_1)$ *contient un terme en* $y_1^{n_1'}$ *avec* $0 < n_1' < n_1 - 1$.

(Le cas de $n_1' = 0$ est le cas 5°). En employant une terminologie définie n° 37, je dirai que l'équation transformée (5), correspondant à une racine multiple d'ordre n_1, est, par rapport à y_1, d'ordre $n_1' + 1$; $n_1' + 1$ étant inférieur à n_1.

7° *Dans l'équation* (5) *on a* $\text{Y}_1(0, 0) = 0$ et $\text{Y}_1(x_1, y_1)$ *ne contient pas de terme en* $y_1^{n_1'}$, *avec* $n_1' < n_1 - 1$.

L'équation transformée est d'ordre n_1 par rapport à y_1.

Dans ces deux derniers cas 6° et 7° nous opérerons sur l'équation transformée comme sur l'équation primitive, en construisant le polygone figuratif f et cherchant les intégrales algébroïdes au moyen de nouvelles équations transformées.

Il est évident que les circonstances signalées pourront se reproduire pour les équations transformées successives. Cependant les cas 6° et 7° ne peuvent se reproduire indéfiniment. On démontre (*voir* par exemple n° 44) que, par une suite de transformations du genre de celles indiquées, on finit toujours par obtenir, si le cas 1° ne se présente pas, des équations soit du type (6), soit du type (7); c'est-à-dire des équations du premier ordre par rapport à y_1.

5. Considérons maintenant les intégrales algébroïdes $y(x)$ dont l'ordre infinitésimal est égal à la pente de la tangente en un sommet $\alpha_i\beta_i$ du polygone figuratif. Le sommet considéré est le point figuratif, à la fois d'un terme $B_i x^{\alpha_i} y^{\beta_i}$ provenant de $y\,Y(x, y)$ et d'un terme $A_i x^{\alpha_i} y^{\beta_i}$ provenant de $x\,X(x, y)$. La pente μ de la tangente en ce sommet est, par définition, le nombre μ satisfaisant à l'égalité

$$\mu B_i + A_i = 0.$$

Pour qu'il y ait une intégrale algébroïde d'ordre μ, il faut (n° 41) que μ soit rationnel et soit compris entre les pentes des deux côtés du polygone aboutissant au sommet considéré, ou, ce qui revient au même, la tangente au sommet considéré $\alpha_i\beta_i$ doit laisser au-dessus d'elle tout le polygone. Ces conditions sont suffisantes; en effet, si $\mu = \frac{p}{q}$, le changement de variables $x = x_1^q$, $y = x_1^p y_1$ fournit l'équation

$$[B_i y_1^{\beta_i - 1} + x_1 F(x_1, y_1)]\, dy_1 + G(x_1, y_1)\, dx_1 = 0$$

qui, pour une valeur initiale $c_0 \neq 0$ fournit une intégrale holomorphe $y_1(x)$ tendant vers c_0 lorsque x tend vers zéro.

Dans le cas actuel et dans le cas 1°, on obtient donc une équation que l'on peut écrire sous la forme

$$dy + G(x, y)\, dx = 0, \tag{8}$$

G étant holomorphe pour x voisin de zéro et pour y quelconque, exception faite pour certaines valeurs singulières de y en nombre fini. Cette équation (8) fournit une infinité d'intégrales algébroïdes. Il est bien évident que ces deux cas signalés sont des cas exceptionnels.

Occupons-nous des équations (6) et (7), au moyen desquelles on obtient, en général, toutes les intégrales algébroïdes.

6. Il est facile de trouver le nombre maximum des équations de la forme (6) ou de la forme (7) fournissant les intégrales algébroïdes.

Soit N l'ordre par rapport à y de l'équation donnée (1); c'est-à-dire l'abscisse du sommet le plus bas du polygone figuratif. Les coordonnées de ce sommet sont $\beta = N$, $\alpha = 1$ ou $\beta = N$, $\alpha = 0$ suivant que l'équation (1) admet ou non l'intégrale $x = 0$. De même, l'abscisse du sommet le plus haut du polygone est $\beta = 1$ ou $\beta = 0$ suivant que l'équation admet ou non l'intégrale $y = 0$.

Si nous considérons les équations indicatrices relatives aux divers côtés du polygone figuratif et si nous supposons que les cas 1° et 2° ne se présentent pas, la somme des degrés de ces équations sera égale à $\Sigma(\beta_{i+1} - \beta_i)$. Si nous supposons que l'équation n'admette pas l'intégrale $y = 0$, cette somme, qui est égale à la différence des abscisses des deux extrémités du polygone, sera égale à N.

Comme chaque racine d'une équation indicatrice fournit, si les cas 5° et 6° ne se présentent pas, une équation transformée en x_1, y_1, dont l'ordre par rapport à y_1 est égal à l'ordre de multiplicité de la racine, nous pourrons dire que, si les cas 1°, 2°, 5°, 6° ne se présentent pas, la somme des ordres par rapport à y_1 des diverses équations transformées sera égale à N.

Cet énoncé n'est pas en défaut si l'équation admet l'intégrale $y = 0$; il semble bien que dans ce cas la somme des ordres par rapport à y_1 soit égale à $N - 1$. Mais cela tient à ce que nous ne formons pas d'équation transformée fournissant l'intégrale $y = 0$. Il est facile de former cette équation transformée qui, étant du premier ordre par rapport à y_1, fournira bien pour somme des ordres le nombre N. En effet, si l'équation admet l'intégrale $y = 0$, une discussion facile (n° 39) montre qu'en posant $y = y_1 x^\mu$, où μ est un entier supérieur à la pente des divers côtés du polygone, l'intégrale $y = 0$ peut être considérée comme fournie par une équation de la forme

$$(9) \qquad x^s\, dy_1 + y_1[-\lambda + x\,G(x, y_1)]\, dx_1 = 0,$$

où λ n'est pas nul et qui, suivant que s est égal ou supérieur à *un*, rentre dans le type (6) ou le type (7).

Après avoir formé une première série d'équations transformées

(chacune correspondant à une racine d'une équation indicatrice) nous opérerons sur celles de ces équations transformées qui ne sont pas du premier ordre en y_1, comme nous avons opéré sur l'équation donnée, de manière à former une nouvelle série de transformées. Le même raisonnement pourra se répéter : une équation transformée d'ordre n_1 fournira, si les cas 1°, 2°, 5°, 6° ne se présentent pas, des équations transformées dont la somme des ordres par rapport aux nouvelles variables y_2 sera égale à n_1. La somme des ordres des différentes équations transformées pouvant fournir des intégrales algébroïdes restera donc égale à N. Par cette série de transformations on finira par obtenir des équations soit du type (6), soit du type (7). Donc, si les cas 1°, 2°, 5°, 6° ne se présentent pas, les intégrales algébroïdes seront données par N équations du type (6) ou du type (7).

Les cas 1° et 2° sont évidemment exceptionnels, ainsi que les cas 5° et 6°, qui ne peuvent se présenter que si une des équations indicatrices a des racines multiples. On peut donc dire :

En général, les intégrales algébroïdes d'une équation d'ordre N *par rapport à* y *sont fournies par* N *équations du type* (6) *ou du type* (7).

Le type (7) n'étant obtenu que dans le cas de racines multiples d'une indicatrice, en général on obtiendra N équations du type (6).

Si le degré minimum des termes de $X(x, y)$ et de $Y(x, y)$ est égal à n, on pourra toujours supposer, en faisant au besoin un changement linéaire de variables, que l'on a

$$N = n + 1.$$

Désignons, en effet, par $X_n(x, y)$ et $Y_n(x, y)$ les termes de degré n de $X(x, y)$ et de $Y(x, y)$, si $Y_n(x, y)$ ne contient pas x en facteur, on aura bien

$$N = n + 1.$$

S'il n'en est pas ainsi, faisons le changement de variables

$$x = x_1 + ky.$$

L'équation (1) que nous pouvons écrire

$$[Y_n(x, y) + \ldots]\,dy + [X_n(x, y) + \ldots]\,dx = 0$$

devient

$$[Y_n(x_1+ky, y) + k X_n(x_1+ky, y) + \ldots] dy + [X_n(x_1+ky, y) + \ldots] dx_1 = 0.$$

On voit que, si k est pris arbitrairement, de façon que

$$Y_n(k, 1) + k X_n(k, 1)$$

ne soit pas nul, x_1 ne sera pas en facteur dans les termes de degré n du coefficient de dy et l'on aura bien

$$N = n + 1.$$

Le changement de variables que nous avons fait permet également d'éliminer le cas où l'équation (1) admet l'intégrale $x = 0$. Cette intégrale, si elle existe, donne, après le changement de variables, l'intégrale algébroïde $x_1 + ky = 0$ de la nouvelle équation, intégrale que nous obtiendrons, comme les autres intégrales algébroïdes, par une équation du type (6) ou du type (7).

On pourra toujours faire en sorte que k n'annule pas

$$Y_n(k, 1) + k X_n(k, 1),$$

sauf cependant si cette expression est identiquement nulle; mais, dans ce cas, on reconnaît immédiatement qu'on est dans le cas 1° (A.4) et qu'il y a une infinité d'intégrales algébroïdes. Cette exception n'a donc aucune importance dans l'énoncé relatif au nombre des équations fournissant les intégrales algébroïdes.

7. Considérons maintenant les équations auxquelles nous avons abouti dans la recherche des intégrales algébroïdes. Elles sont des trois formes suivantes :

$$(\alpha) \qquad x\,dy + [-\lambda y + y^2 f(y) + x F(x, y)]\,dx = 0;$$

λ peut être nul, mais le polynome $f(y)$ n'est pas alors identiquement nul;

$$(\beta) \qquad x Y(x, y)\,dy + [-\lambda y + y^2 f(y) + x F(x, y)]\,dx = 0;$$

$$(\gamma) \qquad dy + G(x, y)\,dx = 0;$$

$F(x, y)$, $Y(x, y)$ désignent des fonctions holomorphes pour $x = 0$ et $y = 0$; $Y(x, y)$ est de plus nul pour $x = y = 0$; $G(x, y)$ est

une fonction holomorphe pour $x = 0$ et y quelconque, certaines valeurs singulières de y exceptées. L'équation (γ) admet une infinité d'intégrales holomorphes; il y a une intégrale holomorphe tendant, lorsque x tend vers zéro, vers chacune des valeurs non singulières [1].

Pour trouver les intégrales algébroïdes d'une équation quelconque, nous sommes donc ramenés à chercher les intégrales algébroïdes des équations du type (α) ou du type (β). Bien que les résultats qu'on obtient dans cette recherche soient intuitifs d'après les propriétés bien connues de ces équations, il sera aussi court pour les établir rigoureusement d'employer encore la méthode du polygone figuratif. Cette méthode nous permettra du reste d'énoncer, sous une forme simple, les conditions nécessaires et suffisantes pour que, par le point singulier considéré, passent une infinité d'intégrales algébroïdes.

L'application de la méthode du polygone figuratif sera plutôt simplifiée dans le cas où les équations (α) ou (β) admettent l'intégrale $y = 0$. Mais, comme on ne peut pas toujours être ramené à ce cas et que, au contraire, on peut toujours, au moyen d'un changement de variables préalable, supposer que l'équation n'admet pas l'intégrale $y = 0$, je supposerai, pour éviter toute longueur provenant de distinctions à faire, que l'équation n'admet pas l'intégrale $y = 0$.

En mettant en évidence les termes qui fournissent les sommets du polygone figuratif, l'équation (α) peut s'écrire

$$x\,dy + [y(-\lambda + \ldots) + x^n(a + \ldots)]\,dx = 0. \tag{10}$$

Les termes non écrits sont nuls pour $x = y = 0$; a est une constante différente de zéro, λ une constante qui peut être nulle.

Le polygone figuratif n'a que les deux sommets $\alpha = 1$, $\beta = 1$ et $\beta = 0$, $\alpha = n + 1$, fournis, l'un par les termes en xy, l'autre par le terme ax^{n+1} de l'expression

$$xy + xy(-\lambda + \ldots) + x^{n+1}(a + \ldots).$$

Le côté joignant ces deux sommets a pour pente n. Nous complé-

---

[1] L'étude des intégrales tendant vers chacune des valeurs singulières se ferait sans peine par la méthode que nous employons.

tons le polygone figuratif par la parallèle à l'axe des abscisses et la parallèle à l'axe des ordonnées menées respectivement par les sommets 1, 1 et 0, $n+1$ du polygone. La tangente au sommet (0, $n+1$) ayant une pente infinie, ne peut jamais fournir d'intégrale algébroïde (autre que $x=0$).

La tangente au sommet 1, 1 a pour pente λ; donc, si λ est un nombre rationnel compris entre 0 et n, il y aura une infinité d'intégrales algébroïdes $y(x)$ d'ordre λ.

Pour chercher les intégrales fournies par le côté du polygone figuratif, posons

$$y = vx^n.$$

On obtient l'équation

$$x\,dv + [(n-\lambda)v + a + x\,G(x, v)]\,dx = 0.$$

Donc, si $n=\lambda$, il n'y a pas d'intégrale d'ordre n. Nous sommes dans le cas 2° (A. 4). La tangente au sommet (1, 1) coïncide avec le côté (1, 1), (0, $n+1$) du polygone, sans qu'il en soit de même pour la tangente à l'autre point figuratif situé sur ce côté.

Si l'on n'a pas $n=\lambda$, en posant

$$v = \frac{a}{\lambda - n} + y_1,$$

on obtient l'équation

$$x\,dy_1 + [-\lambda_1 y_1 + x^{n_1}(a_1 + \ldots)]\,dx_1 = 0,$$

avec $\lambda_1 = \lambda - n$. Cette équation est de même forme que l'équation (10).

Nous la traiterons comme cette équation. En continuant ainsi, nous obtenons une série de nombres $\lambda_1, \lambda_2, \ldots$ et des exposants n_1, $n_2, \ldots$ correspondants. On a

$$\lambda_{j+1} = \lambda_j - n_j.$$

Si λ est un nombre réel, les nombres $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \ldots$ vont en diminuant avec l'indice; on arrivera, si λ n'est pas négatif ou nul, à un nombre λ_{i+1} négatif ou nul. Nous désignerons alors par λ_i le dernier des λ positifs et non nuls.

Ceci posé, on est nécessairement dans un des trois cas suivants :

a. λ n'est pas un nombre rationnel positif (λ peut être nul).

Les nombres $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i$ des équations transformées successives ne sont pas non plus des nombres rationnels positifs. L'équation (α), ni aucune des équations transformées successives, n'auront d'intégrale algébroïde fournie par une tangente en un sommet de leur polygone figuratif. Il n'y a donc pas d'autre intégrale algébroïde que l'intégrale qui, pour chacune des équations transformées, correspond à l'unique côté du polygone figuratif.

Nous déterminons sans ambiguïté, en formant les équations transformées successives, les termes du développement de cette intégrale. C'est l'intégrale holomorphe de l'équation (10), intégrale dont l'existence est bien connue, λ n'étant pas un entier positif.

b. λ étant un nombre rationnel positif, et l'on a $\lambda_i \neq n_i$.

Comme $\lambda_{i+1} = \lambda_i - n_i$ est négatif, on a $\lambda_i < n_i$.

On arrive à une équation de la forme (10) qui admet une infinité d'intégrales algébroïdes fournies par la tangente au sommet (1, 1) du polygone relatif à cette équation.

Soit

$$\lambda_i = \frac{p}{q};$$

en posant

$$x = x_1^q, \qquad y_i = v x_1^p,$$

on obtient l'équation

$$dv + G(x_1, v)\, dx_1 = 0,$$

équation du type (γ) qui, pour une valeur initiale arbitraire v_0, fournit une intégrale algébroïde, pour laquelle v tend vers v_0. En particulier, à $v_0 = 0$, correspond l'intégrale holomorphe de l'équation (10), intégrale qui, comme dans le cas (a), est, pour chacune des équations transformées, fournie par l'unique côté du polygone figuratif. On est toujours dans ce cas (b), lorsque λ est un nombre rationnel positif *non entier*.

c. λ étant un nombre rationnel positif, on a $\lambda_i = n_i$.

Ceci ne peut se produire que si λ est un entier positif. L'équation (10) n'admet pas d'intégrales algébroïdes, car, en recherchant celles-ci, on arrive à une équation de la forme (10), avec $\lambda = n$ et $a \neq 0$, en supposant, comme on peut le faire, que l'équation en

x, y_{i-1} n'admette pas l'intégrale $y_{i-1} = 0$: pour la transformée de rang i, le cas 2° se présente.

Enfin, si l'on considère l'équation (β) dont le polygone figuratif est constitué comme celui de l'équation (α), on voit que la tangente au sommet 1,1, ayant pour pente zéro, ne fournit pas d'intégrale algébroïde. Toute intégrale algébroïde est fournie par le côté du polygone figuratif. En formant les équations transformées successives, on obtient toujours des équations de la forme (β), il en résulte qu'il ne peut y avoir qu'une intégrale algébroïde; on détermine en effet, ainsi, d'une façon unique, les termes successifs d'un développement $y = \varphi(x)$ satisfaisant formellement à l'équation. On sait qu'en général ce développement n'est pas convergent et qu'il n'est pas possible de décider s'il est convergent ou non. L'équation (β) ne peut posséder en fait d'intégrales algébroïdes qu'une intégrale holomorphe dont l'existence est douteuse. Le raisonnement employé au n° 30 montre que si, comme on doit le supposer, $-\lambda y + y^2 f(y) + x\,\mathrm{F}(x, y)$ ne divise pas $\mathrm{Y}(x, y)$ un changement de variable de la forme

$$y = a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_m x^m + y_1 x^m$$

fournit, après avoir divisé par un facteur qui n'est pas nul pour $x = y_1 = 0$, une équation de la forme

$$x^s\, dy_1 + [-\lambda y_1 + x f(x, y_1)]\, dx = 0,$$

avec $s \geq 2$. Il suffit de prendre pour $a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_m x^m$ les m premiers termes du développement satisfaisant formellement à l'équation (β), à condition que m soit assez grand pour que le dernier, au moins, de ces termes ne soit pas un terme commun aux développements $y = \psi(x)$ et $y = \chi(x)$ satisfaisant, l'un à $-\lambda y + y^2 f(y) + x\,\mathrm{F}(x, y) = 0$, l'autre à $\lambda(x, y) = 0$.

8. Nous pourrons résumer tout ce qui a trait à la recherche des intégrales algébroïdes de (1) en disant : *Au moyen d'un changement de variables de la forme*

$$x = z^s, \qquad y = a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + (a_m + t)z^m,$$

toute intégrale algébroïde est fournie par une équation de

l'une des quatre formes suivantes où les termes non écrits sont nuls pour $z = t = 0$ et où a n'est nul que si l'équation admet l'intégrale $t = 0$

$$(A) \qquad z\,dt + [t(-\lambda + \ldots) + z^n(a + \ldots)]\,dz = 0,$$

où λ n'est ni nul, ni un nombre rationnel positif

$$(B) \qquad z\,dt + [t^s(\mu + \ldots) + z^n(a + \ldots)]\,dz = 0,$$

$$(C) \qquad z^s\,dt + [t\,(\mu + \ldots) + z^n(a + \ldots)]\,dz = 0,$$

où s est au moins égal à deux et μ n'est pas nul;

$$(D) \qquad dt + G(z, t)\,dz = 0,$$

G étant holomorphe pour $z = 0$ et pour t quelconque, exception faite pour certaines valeurs singulières de t.

Les équations (A), (B), (C) ne fournissent chacune qu'une intégrale algébroïde. Toutefois l'existence de l'intégrale fournie par (C) est douteuse. L'équation (D) fournit une infinité d'intégrales algébroïdes.

Une équation de la forme (A) fournit les intégrales algébroïdes que j'ai appelées *normales,* parce que ce sont les seules qui existent dans le cas le plus général où les coefficients des termes de moindre degré de X et de Y ne présentent entre eux aucune relation. Ce degré minimum est supposé d'ailleurs le même pour X et Y. On peut appeler les intégrales algébroïdes fournies par les équations (B) et (C) *intégrales exceptionnelles de première et de seconde catégorie.* Enfin les intégrales fournies par une équation (D) seront dites *appartenir à un faisceau d'intégrales algébroïdes.*

Nous pouvons dire, en nous appuyant sur l'énoncé de (A.6): Si le degré minimum des termes de $X(x, y)$ et $Y(x, y)$ est n, l'équation (1) ne peut admettre plus de $n + 1$ intégrales algébroïdes sans en admettre une infinité. L'intégrale $x = 0$, si elle existe, est comptée comme intégrale algébroïde.

Il résulte également de la discussion faite qu'il y a une infinité d'intégrales algébroïdes dans les deux cas suivants, et seulement dans ces deux cas :

1° Les tangentes aux différents points figuratifs d'un côté du

polygone figuratif de l'équation ou d'une des transformées coïncident avec ce côté (cas 1°, A. 4).

2° En un sommet du polygone figuratif de l'équation donnée ou d'une de ses transformées, la tangente a une pente rationnelle, laisse au-dessus d'elle tout le polygone et ne coïncide pas avec un côté du polygone.

Au sujet de la seconde partie de l'énoncé, il convient de remarquer qu'il ne suffit pas de considérer les équations transformées conduisant à une équation d'un des types (α), (β) ou (γ). Il faut, dans le cas où l'on a obtenu le type (α) et où λ est un nombre rationnel positif, considérer les équations transformées que nous avons considérées, jusqu'à celle pour laquelle λ_i est égal ou inférieur à n_i [1].

9. De la discussion faite va résulter encore le théorème suivant :

Si les termes de degré minimum de l'équation (1) *sont de degré n et si cette équation admet moins de $n+1$ intégrales algébroïdes normales $y(x)$, elle admet une infinité d'intégrales pour lesquelles x et y sont nuls simultanément.*

Établissons le lemme suivant : *L'équation*

$$x[y^n(a+\ldots)+x\,F(x,y)]\,dy+[y^{n+h}(b+\ldots)+x\,G(x,y)]\,dx=0, \tag{11}$$

où a et b sont des constantes non nulles, n et h des entiers, le premier positif ou nul, le second au moins égal à 2, admet une infinité d'intégrales transcendantes passant par l'origine.

---

[1] Dans le cas où l'on a obtenu le type (α), avec λ rationnel et positif, pour reconnaître s'il y a ou non des integrales algébroïdes, il n'est nécessaire de faire un calcul effectif que si λ est entier. Dans ce dernier cas, la marche que nous avons employée peut avantageusement être remplacée dans un calcul pratique par d'autres procédés. On peut en effet, en prenant $m=\lambda-1$, déterminer les m premiers termes $a_1x+a_2x^2+\ldots a_mx^m=\varphi(x)$ d'un développement $y(x)$ que l'on suppose satisfaire à l'équation (α). En posant $y=\varphi(x)+x^my_1$, on est ramené au cas de $\lambda=1$. On peut aussi poser $y=\varphi(x)+y_1$, on obtient l'équation

$$x\,dy_1+[y_1(-\lambda+\ldots)+b_1x^\lambda+b_2x^{\lambda+1}+\ldots]\,dx=0.$$

Dans l'un et l'autre cas, on a zéro ou une infinité d'intégrales algébroïdes passant par l'origine, suivant que b_1 est différent de zéro ou est nul.

Posons $x = ty^{n+h+1}$, nous obtenons l'équation

$$y^{2n+2h+1}[b + y\,F_1(y, t)]\,dt + ty^{2n+h+1}[a + y\,G_1(y, t)]\,dy = 0,$$

ou

$$y^h[b + y\,F_1(y, t)]\,dt + t[a + y\,G_1(y, t)]\,dy = 0,$$

équation qui (n° 34) admet une infinité d'intégrales transcendantes pour lesquelles y et t sont nuls simultanément.

Établissons maintenant le théorème énoncé en supposant d'abord que la réduction à des équations à point singulier du premier ordre conduise à moins de N équations des types (α), (β) ou (γ). Cette circonstance se produit si les cas 1°, 2°, 5°, 6° se présentent dans la réduction.

Dans le cas 1°, on a une infinité d'intégrales algébroïdes passant par l'origine.

Dans le cas 2°, si l'on a $q\,A_i + p\,B_i = 0$, l'équation (3) est de la forme

$$(12)\quad x_1[v^n(a+\ldots)+x_1\,F(x_1, v)]\,dv + [v^{n+h}(b+\ldots)+x_1\,G(x_1, v)]\,dx_1 = 0,$$

a et b n'étant pas nuls et h au moins égal à 2. D'après le lemme, cette équation admet une infinité d'intégrales passant par l'origine.

Si l'on a $q\,A_{i+1} + p\,B_{i+1} = 0$, il n'y a qu'à poser $y = x_1^q$, $x = vx_1^p$ pour obtenir une équation de la forme (12) et être ramené au cas précédent.

Enfin dans les cas 5° et 6° l'équation transformée (5) est, si l'on supprime les indices, de la forme de l'équation (11) considérée dans le lemme (dans le cas 5°, n est égal à zéro). Il y a encore une infinité d'intégrales passant par l'origine.

Il nous reste à établir le théorème lorsque, ayant obtenu N équations des types (α), (β) et (γ), on obtient moins de N intégrales normales.

Il n'y a que les équations du type (α) et dans le cas (a) qui fournissent des intégrales normales. Vérifions que dans tous les autres cas on a une infinité d'intégrales passant par l'origine.

Si l'on a une équation (α) rentrant dans le cas (b), il y a une infinité d'intégrales algébroïdes. Le cas (c) de l'équation (α) est un cas particulier du cas 2°, comme nous l'avons remarqué (A, 7); il existe donc, dans ce cas, une infinité d'intégrales transcen-

dantes. Une équation du type (β) admet également (n° 34) une infinité d'intégrales passant par l'origine.

Enfin une équation du type (γ) admet une infinité d'intégrales algébroïdes.

Le théorème est donc démontré.

Recherche de la forme que peut prendre l'intégrale générale.

10. J'ai cherché si l'intégrale générale de l'équation (1) pouvait se mettre sous la forme

$$A_0^{\lambda_0} A_1^{\lambda_1} \dots A_{n'}^{\lambda_{n'}} H(x, y) = \text{const.}, \tag{13}$$

les λ sont des constantes, les A des fonctions de x et de y holomorphes et nulles pour $x = y = 0$, tandis que $H(x, y)$ est holomorphe pour $x = y = 0$, mais n'est pas nul pour ces valeurs. On peut supposer $H(0,0) = 1$, et l'on peut poser $H(x, y) = e^{h(x,y)}$. Les facteurs A égalés à zéro fournissent évidemment des intégrales algébroïdes de (1) pour lesquelles x et y s'annulent simultanément. Donc si, comme on peut toujours le faire, et comme nous le supposerons dans toute la suite, nous supposons, pour simplifier, que par un changement de variable de la forme. $x = x_1^s$, on ait fait en sorte que toutes les intégrales algébroïdes passant par l'origine soient des intégrales holomorphes, nous pourrons prendre

$$A_i = y - \varphi_i(x) \qquad \text{avec} \qquad \varphi_i(x) = a_1^i x + a_2^i x^2 + \dots.$$

Nous laisserons pour le moment de côté le *cas où l'équation admet une infinité d'intégrales algébroïdes,* cas qui demande un examen spécial. On montre (n° 48) que le degré minimum n des termes de $X(x, y)$ et de $Y(x, y)$ ne saurait être inférieur à n' si l'intégrale générale peut se mettre sous la forme (13); on ne saurait avoir non plus n' supérieur à n, puisque l'équation admettant alors $n' + 1$ intégrales algébroïdes en admettrait une infinité. On montre également que les intégrales obtenues en égalant à zéro les divers facteurs A sont toutes des intégrales normales. Donc, pour que l'intégrale générale de l'équation (1) puisse se mettre sous la forme (13), il est nécessaire que l'équation (1)

admette le nombre maximum d'intégrales normales que peut avoir une équation où les termes de degré minimum de X et de Y sont de degré n, c'est-à-dire $n+1$ intégrales normales.

Ces conditions, suffisantes pour $n=1$, sont loin d'être suffisantes dès que n est supérieur à 1. L'examen d'une équation très simple va nous montrer qu'en général ces conditions ne sont pas suffisantes. L'étude de cet exemple précisera les considérations développées au n° 50 et lèvera les doutes que ces considérations peuvent laisser, si l'on n'entre pas dans les détails des calculs.

11. Considérant l'équation

$$(h) \qquad (Y_2+Y_3)\,dy+(X_2+X_3)\,dx=0,$$

où les X et les Y sont des polynomes en x et y, homogènes et de degré égal à l'indice, je me suis proposé de chercher dans quels cas l'intégrale générale de cette équation peut se mettre sous la forme (13). Il me paraît très probable que, si les coefficients de X_2 et de Y_2 ne présentent aucune relation particulière, les seuls cas où l'intégrale générale est de la forme (13) sont ceux où cette intégrale est de l'une des trois formes suivantes :

$$(ax+by)^\lambda(a'x+b'y)^\mu(a''x+b''y)^\nu\, e^{\alpha x+\beta y} = \text{const.},$$
$$(ax+by)^\lambda(a'x+b'y)^\mu(a''x+b''y)^\nu(1+\alpha x+\beta y)^\rho = \text{const.},$$
$$(ax+by)^\lambda(a'x+b'y)^\mu(a''x+b''y+\alpha x^2+2\beta xy+\gamma y^2)^\nu = \text{const.}$$

Mais la longueur des calculs à faire pour démontrer rigoureusement ce résultat ne me semble pas justifiée par l'importance de la conclusion à obtenir. Je me bornerai au cas où l'équation (h) admet comme solutions particulières trois droites passant par l'origine [1]. Même dans ce cas, il nous sera utile, pour abréger les calculs, de modifier la méthode que nous avons indiquée dans le cas général (n° 50).

Nous pouvons toujours, par un changement de variables de la forme

$$x_1=ax+by, \qquad y_1=a'x+b'y,$$

supposer que les trois solutions particulières dont il a été question

---

[1] Il reviendrait au même de supposer que les trois intégrales holomorphes qui passent par l'origine y présentent un point d'inflexion.

sont

$$x = 0, \qquad y = 0, \qquad x + y = 0.$$

Remarquons que si l'équation est de la forme

$$(k) \qquad \begin{cases} x[\mu x + (\mu+1)y + \beta y(x+y)]\, dy \\ \quad + y[(\lambda+1)x + \lambda y + \alpha x(x+y)]\, dy = 0, \end{cases}$$

son intégrale générale est

$$x^\lambda y^\mu (x+y) e^{\alpha x + \beta y} = \text{const.},$$

et si l'équation est de la forme

$$(l) \qquad \begin{cases} x\{[\mu x + (\mu+1)y](1 + \alpha x + \beta y) + \rho\beta y(x+y)\}\, dy \\ \quad + y\{[(\lambda+1)x + \lambda y](1 + \alpha x + \beta y) + \rho\alpha x(x+y)\}\, dx = 0, \end{cases}$$

son intégrale générale est

$$x^\lambda y^\mu (x+y)(1 + \alpha x + \beta y)^\rho = \text{const.}$$

Nous allons montrer que ces cas sont les seuls où l'intégrale de (h) puisse se mettre sous la forme (13). Supposons, en effet, que l'intégrale générale de (h) soit

$$(m) \qquad x^\lambda y^\mu (x+y) e^{f_1(x,y) + f_2(x,y) + \ldots} = \text{const.}$$

avec

$$f_1(x, y) = ax + by, \qquad \ldots \qquad f_2(x, y) = a'x^2 + 2b'xy + c'y^2.$$

Cette relation nous donne l'intégrale générale d'une équation qu'on peut mettre sous la forme

$$x(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots)\, dy + y(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots)\, dx = 0$$

avec

$$\begin{aligned} P_1 &= \mu x + (\mu+1)y, & Q_1 &= (\lambda+1)x + \lambda y, \\ P_2 &= by(x+y), & Q_2 &= ax(x+y), \\ P_3 &= 2y(x+y)(b'x + c'y), & Q_3 &= 2x(x+y)(a'x + b'y). \end{aligned}$$

Cette équation ayant mêmes solutions que (h), on aura, en désignant par $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \ldots$ des polynomes homogènes de degré égal à l'indice,

$$Y_2 + Y_3 \equiv x(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots)(1 + \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots),$$

$$X_2 + X_3 \equiv y(Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots)(1 + \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots),$$

d'où

$$Y_2 = xP_1, \qquad X_2 = yQ_1, \qquad Y_3 = x(P_1\varphi_1 + P_2), \qquad X_3 = y(Q_1\varphi_1 + Q_2).$$

Pour que l'intégrale de (h) puisse prendre la forme (13), il faut et il suffit qu'on puisse déterminer les polynomes f_2, f_3, de telle manière que l'on ait

$$(P_1 + P_2 + P_3 + \ldots)(Q_1 + Q_1\varphi_1 + Q_2) \\ - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots)(P_1 + P_1\varphi_1 + P_2) \equiv 0,$$

ou encore que, pour les diverses valeurs 1, 2, 3, ... de i, on ait

$$P_iQ_1 - Q_iP_1 + P_{i-1}Q_2 - Q_{i-1}P_2 + \varphi_1(P_{i-1}Q_1 - Q_{i-1}P_1) \equiv 0.$$

Formons la condition relative à $i = 3$ et qui est la première qui ne soit pas vérifiée d'elle-même. On a

$$(P_3 + P_2\varphi_1)Q_1 - (Q_3 + Q_2\varphi_1)P_1 \equiv 0.$$

En posant

$$\varphi_1 \equiv 2Ax + 2By,$$

nous obtenons, après la suppression du facteur $(x + y)$,

$$y[(\lambda + 1)x + \lambda y](b'x + c'y + Abx + Bby) \\ - x[\mu x + (\mu + 1)y](a'x + b'y + Aax + Bay) \equiv 0.$$

On en conclut immédiatement que, si l'on n'a pas

$$1 + \lambda + \mu = 0,$$

on a

$$c' + Bb = 0, \qquad a' + Aa = 0, \qquad b' + Ba = 0, \qquad b' + Ab = 0,$$

d'où

$$Ab = Ba.$$

Distinguons deux cas :

1° On a

$$A = 0, \qquad B = 0;$$

on voit immédiatement que l'équation (h) est de la forme (k) avec

$$\beta = b, \qquad \alpha = a.$$

2° Une des quantités A ou B n'étant pas nulle, on peut prendre

$$a = 2\rho A, \qquad b = 2\rho B;$$

l'équation (h) est alors de la forme (l) avec

$$\alpha = 2A, \qquad \beta = 2B.$$

Dans le cas où $1 + \lambda + \mu$ est nul, on arriverait encore à la conclusion que l'on ne peut mettre l'intégrale de l'équation (h) sous la forme (m) que dans les deux cas indiqués, mais il faudrait pousser les calculs jusqu'aux conséquences de l'identité relative à $i = 5$. D'ailleurs, nous devons remarquer que, dans le cas où l'on a

$$1 + \lambda + \mu = 0,$$

l'équation proposée admet une infinité d'intégrales holomorphes passant par l'origine et l'on peut chercher à mettre l'intégrale générale sous la forme (13) en prenant pour facteurs A, d'autres facteurs que x, y, $x + y$. C'est cette indécision où l'on se trouve relativement aux facteurs à choisir, qui nous a fait laisser de côté provisoirement le cas où il y a une infinité d'intégrales algébroïdes passant par le point singulier considéré.

12. Ce qui précède et ce qui a été dit au n° 50 sur la détermination du développement $h(x, y)$ lié à $H(x, y)$ par la relation

$$H(x, y) = e^{h(x, y)},$$

montre suffisamment comment on déterminera les termes de $H(x, y)$ lorsque cette détermination sera possible. Supposant cette détermination effectuée, je montrerai que le développement obtenu est convergent si les rapports des exposants $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_n$ ne sont pas tous positifs. Je ferai auparavant quelques remarques :

1° Tout d'abord, je dirai que la relation (13) correspond à l'équation (1) et que, réciproquement, l'équation correspond à la relation (13), en entendant par là que, si l'on différentie logarithmiquement la relation (13) et si l'on chasse les dénominateurs, on obtient une équation

$$Y_1(x, y)\,dy + X_1(x, y)\,dx = 0,$$

qui ne diffère de l'équation (1) que par un facteur $L(x, y)$: on peut déterminer un développement $L(x, y)$ tel que l'on ait

$$X_1(x, y) = X(x, y)\,L(x, y), \qquad Y_1(x, y) = Y(x, y)\,L(x, y).$$

Si nous étions assurés de la convergence de $H(x, y)$, la relation (13) donnerait l'intégrale générale de (1); dans le cas actuel, nous pouvons dire qu'elle donne formellement l'intégrale générale de (1).

Nous ne sommes pas plus assurés de la convergence de $L(x, y)$ que nous ne le sommes de la convergence de $H(x, y)$. Nous pouvons toujours supposer que $L(0, 0)$ est égal à 1 : si $L(0, 0)$, qui n'est pas nul, était égal à k, il suffirait de multiplier par k les deux membres de l'équation (1) pour être ramené au cas de $k = 1$.

2° Si l'on fait un changement de variables dans la relation (13), on obtient une relation qui correspond à l'équation déduite de (1) au moyen du même changement de variables.

Considérons par exemple la substitution

$$y = a_1^i x + a_2^i x^2 + \ldots + a_m^i x^m + x^m y_1, \tag{14}$$

où les m premiers termes du second membre sont les m premiers termes de $\varphi_i(x)$, m étant tel que ces m termes ne soient pas des termes communs à φ_i et à un autre des développements φ_0, φ_1, ..., φ_{i-1}, φ_{i+1}, ..., φ_n. Cette substitution, étant faite dans l'équation (1), fournira une équation de la forme

$$x(a + \ldots)\,dy_1 + (by_1 + cx + \ldots)\,dx = 0, \tag{15}$$

en n'écrivant que les termes de moindre degré et désignant par a, b, c des constantes. En effet, l'équation (15) correspond à la relation qu'on déduit de (13) en faisant la substitution (14), et l'on obtient ainsi

$$(y_1 + \ldots)^{\lambda_i} x^{\lambda}\, K(x, y_1)\, \Pi(a_{m_j}^i - a_{m_j}^j + \ldots + y_1 x^{m-m_j}) = \text{const.} \tag{16}$$

$$K(x, y_1) \equiv H(x, a_1^i x + a_2^i x^2 + \ldots + a_m^i x^m + x^m y_1) = H(x, y),$$

m_j désigne le rang du premier terme de $\varphi_j (j \neq i)$, qui diffère du terme correspondant de φ_i; on a $\lambda = \Sigma \lambda_j m_j$; dans le produit Π, l'indice j prend les valeurs 0, 1, 2, ..., n, sauf la valeur i; les termes non écrits sont des puissances de x, et l'on a $m > m_j$.

Si l'on différentie logarithmiquement la relation (16), y compris les facteurs de Π, et si l'on chasse les dénominateurs, on obtient une équation qui ne diffère de (15) que par un facteur, qui se

réduit à 1 pour $x = y_1 = 0$. On aura par suite

$$a = k\lambda_i, \qquad b = k\lambda, \qquad \text{avec} \qquad k = \Pi(a^i_{m_1} - a^j_{m_1}).$$

3° On voit immédiatement que le changement de variables (14) est équivalent à la suite de changements de variables qui, dans la méthode de recherche des intégrales algébroïdes, nous fournit l'intégrale $y = \varphi_i(x)$ au moyen d'une équation de la forme (15). L'identification de cette équation et de l'équation déduite de (16) fournit λ_i.

4° Comme le changement (14), le changement de variables

$$(17) \qquad y = a^i_1 x + a^i_2 x^2 + \ldots + a^i_q x^q + x^q y_1,$$

$$(18) \qquad x = x_1 y_1$$

fournit une équation de la forme (15). En effet, supposons que les q premiers termes du second membre de (17) soient des termes communs à un certain nombre de développements $\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \ldots,$ et désignons par $\mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_p$ les exposants des intégrales correspondantes; le changement de variable (16) effectué dans (1) donnera une équation correspondant à la relation

$$(y_1 + b^0_1 x + \ldots)^{\mu_0}(y_1 + b^1_1 x + \ldots)^{\mu_1}\ldots(y_1 + b^p_1 x)^{\mu_p} x^{\mu} \mathrm{K}(x, y_1) = \text{const.},$$

les b et μ étant immédiatement connus, $\mathrm{K}(x, y_1)$ étant un développement ne s'annulant pas pour $x = y_1 = 0$. Le changement de variable (18) effectué ensuite donne une équation qui correspond à la relation

$$(19) \qquad x_1^{\mu} y_1^{\mu + \mu_0 + \mu_1 + \ldots + \mu_p} \mathrm{K}_1(x_1, y_1) = \text{const.}$$

Cette équation sera donc bien de la forme (15).

Ces différentes remarques, qui seraient évidentes si l'on était certain de la convergence des développements employés, sont complètement justifiées en raisonnant comme on l'a fait (n°s 11 et 51), c'est-à-dire en employant une équation différentielle auxiliaire, pour laquelle les développements employés soient convergents et aient autant de termes que l'on veut communs avec les développements dont la convergence est incertaine.

13. Supposons que, par un changement de variables effectué dans l'équation (1), on obtienne une équation de la forme (15), le

rapport des constantes a et b n'étant pas positif, et proposons-nous de faire voir qu'à l'aide de cette équation (15) on peut montrer la convergence de $H(x, y)$. En effet, de la relation (13) qui correspond à l'équation (1) on déduit, par le changement de variables, la relation qui correspondra à l'équation (15). Pour fixer les idées, supposons qu'on effectue le changement de variable (14), nous obtiendrons l'équation (15) à laquelle correspondra la relation (16). Si nous essayons de déterminer l'intégrale générale de (15) sous la forme

$$(21) \qquad (y_1 + a^i_{m+1} x + \ldots)^{\lambda_i} x^{\lambda} G(x, y_1) = \text{const.},$$

tous les coefficients de $G(x, y_1)$ seront déterminés, *sans ambiguïté*, puisque $\frac{a}{b}$ n'est pas un nombre rationnel positif. Donc, les relations (21) et (16), qui sont de même forme et correspondent à la même équation (15), sont identiques, et l'on a

$$G(x, y_1) \equiv K(x, y_1)\, \Pi(a^i_{m_j} - a^j_{m_j} + \ldots + y_1 x^{m-m_j})^{\lambda_j}.$$

Or, puisque $\frac{a}{b}$ n'est pas un nombre positif, le développement G est convergent, d'après le théorème fondamental de M. Poincaré; $K(x, y_1)$ est aussi convergent, puisque le facteur Π peut être considéré comme un développement convergent; $K(x, y_1)$ étant convergent, il en est de même de $H(x, y)$ (¹).

Il nous suffit donc de montrer, pour établir la convergence de $H(x, y)$, qu'on peut trouver un changement de variables de la forme (14) ou de la forme (17), (18), et tel qu'on obtienne une équation de la forme (15), où le rapport des coefficients a et b ne soit pas positif et que nous écrirons alors sous la forme

$$(22) \qquad \frac{x\,dy_1}{dx} = \alpha y_1 + \beta x + \ldots,$$

α étant réel ou imaginaire, mais n'étant ni négatif ni nul. Il revient au même de montrer que la relation déduite de (13), au

(¹) On peut insister davantage sur ce point en disant, d'après (16), y_1 n'entre dans $K(x, y_1)$ que par le produit $x^m y_1$. En remplaçant $x^m y_1$ par

$$y - a^i_1 x - a^i_2 x^2 - \ldots - a^i_m x^m,$$

on obtiendra $H(x, y)$ qui sera convergent pour x et y suffisamment petits.

moyen du changement de variables employé, est de la forme (16) ou de la forme (19), le rapport des deux exposants n'étant pas positif. Nous allons montrer qu'*on peut toujours faire en sorte qu'il en soit ainsi, à moins que, dans* (13), *les rapports des différents exposants* λ *ne soient tous positifs.*

14. Nous trouvérons un avantage ultérieur à faire la démonstration dans le cas où l'on a une relation de la forme

$$(22') \quad x^{\lambda}[y-\varphi_1(x)]^{\lambda_1}[y-\varphi_2(x)]^{\lambda_2}\ldots[(y-\varphi_n x)]^{\lambda_n}\,\mathrm{H}(x,y)=\text{const.},$$

qui correspond à l'équation (1) et fournirait l'intégrale générale de (1) si la convergente de $\mathrm{H}(x,y)$ était démontrée. Ce cas est d'ailleurs identique au fond au cas considéré. Montrons que, si l'on ne peut obtenir une équation de la forme (22), les rapports des différents exposants $\lambda, \lambda_1, \ldots, \lambda_n$ sont tous positifs.

La démonstration est immédiate, si les n intégrales holomorphes

$$y=\varphi_1(x), \qquad y=\varphi_2(x), \qquad \ldots, \qquad y=\varphi_n(x)$$

admettent des tangentes différentes; les coefficients a_1 sont tous différents.

En effet, le changement de variable

$$y = a_1^i x + x y_1$$

nous donne une équation à laquelle correspond la relation

$$x^{\lambda+\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n}(y_1 - a_2^i x\ldots)^{\lambda_i}\,\mathrm{F}(x,y_1)=\text{const.}, \qquad \mathrm{F}(0,0)\neq 0.$$

Cette équation sera donc de la forme (15), et le rapport des coefficients a et b ne sera positif que s'il en est de même du rapport de λ_i et de $\lambda+\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n$. D'autre part, si l'on fait, dans l'équation (1), le changement de variable, $x = x_1 y_1$ on obtiendra une équation de la forme (15), dans laquelle le rapport de a et de b sera le même que le rapport de λ à la somme $\lambda+\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n$. Ce ne sera donc que si les rapports des divers exposants $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ sont tous positifs qu'il sera impossible d'obtenir une équation de la forme (22).

Pour étendre cette démonstration à tous les cas, il nous sera utile, pour simplifier le langage, de définir quelques dénominations que nous emploierons aussi dans une démonstration analogue.

Nous appellerons *groupe d'intégrales* l'ensemble des intégrales holomorphes de (1) qui, par un changement de variable de la forme

$$(17) \qquad y = a_1^i x + a_2^i x^2 + \ldots + a_q^i x^q + x^q y_1,$$

fournissent des intégrales pour lesquelles x et y_1 s'annulent simultanément. Ces intégrales sont les intégrales holomorphes d'une équation différentielle à laquelle correspond la relation

$$(23) \qquad \left\{ \begin{array}{l} (y_1 - b_1^1 x + \ldots)^{\mu_1} (y_1 - b_1^2 x + \ldots)^{\mu_2} \ldots \\ \qquad \times (y_1 - b_1^p x + \ldots)^{\mu_p} x^{\mu} \mathrm{K}(x, y_1) = \text{const.} \end{array} \right.$$

déduite de (13) par le changement de variable (17). Le groupe considéré ici est formé des intégrales obtenues en égalant à zéro les p premiers facteurs du premier membre de (23). Les exposants μ_1, μ_2, ..., μ_p et μ seront dits *exposants relatifs à ce groupe*.

Nous aurons un groupe *élémentaire*, si tous les b_1 sont différents.

Enfin, si par les divers changements de la forme

$$(24) \qquad y_1 = b_1^i x + x y_2,$$

où i prend les valeurs 1, 2, ..., p, on divise les intégrales d'un groupe, tel que celui qui correspond à la relation (23), en plusieurs groupes, ces groupes seront dits *groupes dérivés* du groupe précédent. [Le groupe caractérisé par (23) n'aura qu'un groupe dérivé, si tous les b_1 ont même valeur.]

Faisons encore quelques remarques, dont la vérification est immédiate :

1° Considérons un groupe élémentaire d'intégrales, par exemple celui qui correspond à la relation (23). D'après ce qui a été dit à la page précédente, ce ne sera que si les rapports des exposants μ_1, μ_2, ..., μ_p et μ sont tous positifs qu'il sera impossible d'obtenir une équation de la forme (22).

2° Considérons un groupe d'intégrales correspondant à une relation telle que (23); supposons que, par les divers changements de la forme (24), on obtienne divers groupes dérivés : pour fixer les idées supposons qu'on obtienne deux groupes dérivés corres-

pondant respectivement aux relations

$$x^{\nu}(y_2+c_1^1 x+\ldots)^{\nu_1}(y_2+c_1^2 x+\ldots)^{\nu_2}\ldots(y_2+c_1^r x+\ldots)^{\nu_r}\mathrm{K}_1(x,y_2)=\text{const.},$$
$$x^{\rho}(y_2+d_1^1 x+\ldots)^{\rho_1}(y_2+d_1^2 x+\ldots)^{\rho_2}\ldots(y_2+d_1^s x+\ldots)^{\rho_s}\mathrm{K}_2(x,y_2)=\text{const.},$$

et se déduisant de (23) par les changements de variables (24).

Supposons que nous ayons montré que les rapports des exposants ρ, ρ_1, ρ_2, ..., ρ_s sont tous positifs, ainsi que les rapports des exposants ν, ν_1, ν_2, ..., ν_r. Montrons que, si l'on ne peut obtenir d'équation de la forme (22), les rapports des exposants μ, μ_1, μ_2, ..., μ_p sont tous positifs. En effet, on voit que ν_1, ν_2, ..., ν_r sont r des exposants μ et ρ_1, ρ_2, ..., ρ_s, s des exposants μ, $(r+s=p)$. On a, de plus,

$$\rho=\nu=\mu+\mu_1+\mu_2+\ldots+\mu_p,$$

ce qui peut s'écrire

$$\nu=\rho=\mu+\mathrm{N}+\mathrm{R}$$

avec

$$\mathrm{N}=\nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r,\qquad \mathrm{R}=\rho_1+\rho_2+\ldots+\rho_s.$$

D'après nos hypothèses, les rapports de quantités μ_1, μ_2, ..., μ_p, N et R à la somme $\mu+\mathrm{N}+\mathrm{R}$ sont positifs. Si l'on fait, dans l'équation différentielle correspondant à la relation (23), le changement de variable

$$x=x_1 y_1,$$

la relation correspondant à la nouvelle équation pourra s'écrire :

$$y_1^{\mu+\mathrm{N}+\mathrm{R}}x_1^{\mu}\mathrm{K}_2(x_1,y_1)=\text{const.},\qquad \mathrm{K}_2(0,0)\neq 0.$$

La nouvelle équation sera de la forme (22) si le rapport de μ à $\mu+\mathrm{N}+\mathrm{R}$ est positif. Donc, s'il est impossible d'obtenir une équation de la forme (22), les rapports de quantités μ, N, R seront positifs, et il en sera de même des rapports des exposants μ, μ_1, μ_2, ..., μ_p.

La démonstration que nous avons en vue résulte immédiatement des remarques précédentes. En effet, par des changements successifs de variables de la forme (24), on finit toujours par arriver à des équations dont les intégrales holomorphes forment des groupes élémentaires. Les rapports des exposants relatifs à un quelconque de ces groupes sont positifs. Ces groupes élémentaires sont des groupes dérivés de groupes contenant un plus grand

nombre d'intégrales. D'après la seconde remarque, les rapports des exposants relatifs à l'un de ces nouveaux groupes sont tous positifs. A leur tour, ces groupes sont des groupes dérivés d'autres groupes. En continuant à raisonner ainsi, on arrive à montrer que, si l'on ne peut obtenir une équation transformée de la forme (22) les rapports des exposants des diverses intégrales algébroïdes de l'équation (1) sont tous positifs.

15. J'obtiens ainsi la démonstration de la convergence du développement $H(x, y)$, démonstration que j'avais essayé d'établir par une autre voie (n° 52) [1]. Mais la démonstration que j'avais donnée, valable dans la presque totalité des cas, ne saurait être valable dans tous les cas. En effet, je ne l'avais considérée comme valable dans tous les cas, qu'en *admettant* la proposition suivante : Si, pour chacune des valeurs 1, 2, ..., n de l'indice i, on considère, d'une part, un nombre donné quelconque λ_i et, d'autre part, un système de nombres positifs q_j^i, où j prend les valeurs 1, 2, ..., n et tels que $q_i^i = 0$, le rapport de λ_i à $\Sigma\lambda_j q_j^i$ ne peut être positif, quel que soit i, que si les rapports des différents nombres λ sont tous positifs. Cette proposition est inexacte; elle est inexacte même en considérant des nombres q entiers et soumis aux nombreuses relations qui lient les nombres q dont il était question dans la démonstration citée. Pour nous en rendre compte, il suffit de considérer les nombres $\lambda_1 = 3$, $\lambda_2 = 3$, $\lambda_3 = -4$, $\lambda_4 = -4$, auxquels correspondent respectivement les systèmes de nombres

$$0, 3, 1, 1 \text{ pour } \lambda_1; \qquad 3, 0, 1, 1 \text{ pour } \lambda_2;$$

$$1, 1, 0, 2 \text{ pour } \lambda_3; \qquad 1, 1, 2, 0 \text{ pour } \lambda_4.$$

---

[1] Je saisis cette occasion, pour signaler des erreurs de notation que j'ai laissé subsister dans la démonstration citée. Au lieu de s, il faut, soit au bas de la page 102, soit dans la page 103, mettre $m - r$. Dans l'équation (25) lire $\beta_1, \ldots, \beta_{q-1}$ au lieu de $\beta_2, \ldots, \beta_q$. L'équation (26) doit être remplacée par la suivante :

$$\alpha[(m-r)\lambda_0 - r\Sigma\lambda_1 q_1]l_r + \Sigma[\alpha_i(m-r+i) - \beta_i(r-i)]l_{r-i} = B_r^{m-r}$$

$$(i = 1, 2, \ldots, r).$$

Modifier en conséquence les lignes suivantes et enfin, au bas de la page 103, lire x^{q-2}, x^{q-3} au lieu de x^{q-1}, x^{q-2}.

Ces systèmes de nombres sont les nombres que l'on rencontrerait en considérant l'équation dont l'intégrale générale est

$$(y-x-x^2)^3(y-x-x^2+x^3)^3(y+x+x^2)^{-4}(y+x-x^2)^{-4} = \text{const.}$$

On peut compléter la démonstration du n° 52 de la façon suivante, de manière à démontrer dans tous les cas la convergence de $H(x, y) = e^{h(x,y)}$.

Comme précédemment, il nous sera commode d'avoir fait cette démonstration en supposant que l'intégrale générale de (1) puisse se mettre formellement sous la forme

$$x^{\lambda_0}[y-\varphi_1(x)]^{\lambda_1}[y-\varphi_2(x)]^{\lambda_2}\dots[y-\varphi_n(x)]^{\lambda_n} = \text{const.}$$

Nous pourrons toujours partager les intégrales holomorphes

$$y = \varphi_i(x) \qquad (i = 1, 2, \dots, n)$$

en groupes tels que, pour toutes les intégrales d'un même groupe, le coefficient du terme en x de $\varphi_i(x)$ ait même valeur, cette valeur étant différente pour les intégrales d'un autre groupe. Soient $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ les exposants relatifs aux intégrales d'un groupe et λ la somme de ces exposants.

Soient de même $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{k'}$; $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_{k''}$ les exposants relatifs à d'autres groupes, μ et ν leurs sommes respectives. Supposons, pour simplifier, qu'il n'y ait que trois groupes. Je fais le changement de variable

$$y = (a + y_1)x,$$

a étant le coefficient de x dans les intégrales du premier groupe. La nouvelle équation différentielle correspondra à une relation

$$(27) \qquad x^{\lambda_0+\lambda+\mu+\nu}[y_1-\psi_1(x)]^{\lambda_i}\dots[y_1-\psi_k(x)]^{\lambda_k}H_1(x, y_1) = \text{const.},$$

déduite de (13) par le changement de variable. La nouvelle équation différentielle pourra donc s'écrire

$$\lambda(xy_1^{k-1}+\beta_1x^2y_1^{k-2}+\dots)dy_1+[(\lambda_0+\lambda+\mu+\nu)y_1^k+\alpha_1xy_1^{k-1}+\dots]dx = 0,$$

en n'écrivant que les premiers des termes de moindre degré. Si le rapport de λ à $\lambda_0+\lambda+\mu+\nu$ n'est pas positif, la démonstration de la convergence de $H_1(x, y_1)$ donnée n° 52 s'applique, à condition toutefois de faire jouer à y_1 et à x le rôle que jouaient x et y.

Remarquons que la démonstration de la convergence est en défaut, si λ ou $\lambda_0+\lambda+\mu+\nu$ sont nuls, car, dans ces deux cas, la quantité $\frac{s\lambda - r(\lambda_0+\lambda+\mu+\nu)}{r-s}$ (n° 32) ne reste pas, quels que soient les entiers r et s, supérieure en module à un nombre fixe.

Posons

$$x = x_1 y.$$

La nouvelle équation différentielle déduite de (1) correspondra à la relation

$$(28)\qquad x_1^{\lambda_0} y^{\lambda_0+\lambda+\mu+\nu}\,\Pi(1-a_i x_1-\ldots)^{\lambda}\,H(x_1 y, y) = \text{const.},$$

les termes non écrits étant nuls pour $y=0$.

On voit d'abord que si les deux quantités λ_0 et $\lambda_0+\lambda+\mu+\nu$ ne sont nulles ni l'une ni l'autre et si leur rapport n'est pas positif, on démontrera, à l'aide de la nouvelle équation différentielle, la convergence de $H(x, y)$. Il en sera de même si $\lambda_0+\lambda+\mu+\nu$ est nul, car la nouvelle équation différentielle sera, suivant que λ_0 est nul ou non, de l'une ou l'autre des deux formes

$$A(x_1, y)\,dy + B(x_1, y)\,dx_1 = 0, \qquad \text{avec} \qquad B(0, 0)\neq 0,$$
$$x_1 A(x_1, y)\,dy + [\lambda_0 + C(x_1, y)]\,dx_1 = 0, \qquad \text{avec} \qquad C(0, 0) = 0.$$

Cherchons l'intégrale générale de la première équation sous la forme $F(x_1, y) =$ const. et celle de la seconde sous la forme

$$x_1^{\lambda_0} F(x_1, y) = \text{const.},$$

F désignant, comme A, B, C, un développement suivant les puissances de x_1 et de y. F satisfera dans le premier cas à une équation de la forme

$$B(x_1, y)\frac{\partial F}{\partial y} = A(x_1, y)\,\frac{\partial F}{\partial x_1}$$

et, dans le second cas, à une équation de la forme

$$[\lambda_0 + C(x_1, y)]\,\frac{\partial F}{\partial y} = A(x_1, y)\left[\lambda_0 F + x\,\frac{\partial F}{\partial x_1}\right].$$

Dans les deux cas, on peut trouver une solution $F(x_1, y)$ se réduisant, pour $y=0$, à

$$(1-a_1 x_1)^{\lambda_1}(1-a_2 x_1)^{\lambda_2}\ldots(1-a_n x_1)^{\lambda_n}\,H(0, 0).$$

La solution trouvée sera, par suite, identique à celle donnée par la relation (28). Comme $F(x_1, y)$ est convergent, $H(x, y)$ sera également convergent.

Le seul cas où nous n'avons pas établi la convergence de $H(x, y)$ est donc le cas où les diverses quantités λ_0, λ, μ, ν sont nulles ou ont leurs rapports positifs. Raisonnons sur les diverses équations différentielles correspondant aux divers groupes d'intégrales et aux diverses relations telles que (27) comme nous avons raisonné sur l'équation (1).

Désignons par exemple par λ'_0 l'exposant de x dans (27), par λ', λ'', ... les sommes des exposants des intégrales des divers groupes que l'on peut former avec les intégrales $y_1 - \psi_i(x) = 0$. Nous voyons que la démonstration de la convergence de $H(x, y)$ ne sera en défaut que si les diverses quantités λ'_0, λ', λ'', ..., μ', μ'', ..., ν', ν'', ... ont tous leurs rapports positifs ou sont nulles. En continuant à raisonner ainsi, nous arriverons à montrer que la démonstration de la convergence n'est en défaut que si les rapports des exposants λ_0, λ_1, ..., λ_n sont tous positifs, puisque ces exposants ne peuvent être nuls.

16. La notion d'exposant attaché à une intégrale holomorphe pour $x = 0, y = 0$ ne s'est présentée à nous, jusqu'ici, que comme liée à l'existence (au moins formelle) d'une intégrale générale de la forme (13). Nous pouvons conserver cette notion d'exposant dans tous les cas où les changements successifs de variables que l'on fait pour rechercher les intégrales algébroïdes conduisent à $n + 1$ équations de la forme

$$x(a + \ldots)dy + (by + cx + \ldots)dx = 0, \tag{29}$$

fournissant $n + 1$ intégrales algébroïdes distinctes. On pourrait même supposer que quelques-unes de ces équations fournissent des faisceaux d'intégrales algébroïdes ; ce qui se présente si le rapport des constantes a et b est un nombre négatif rationnel. Mais nous laisserons de côté ce cas ainsi que celui où l'on a $a = 0$, qui conduirait à des exposants nuls et qu'on doit examiner d'une autre façon.

Si nous supposons, comme on peut toujours le faire et comme nous l'avons supposé (A. 10), fait en sorte qu'il n'y ait, en fait d'in-

tégrales algébroïdes, que des intégrales holomorphes (sauf peut-être l'intégrale $x = 0$), nous n'aurons à définir que les exposants des intégrales holomorphes.

Nous appellerons *exposant relatif à l'intégrale* $y - \varphi_i(x) = 0$ le nombre λ_i déterminé ainsi que nous l'avons dit (A. 12, *Remarque* 3°). Ce nombre a été déterminé par l'identification des termes en $x\,dy_1$ de deux équations, dont l'une n'existe que si l'intégrale générale de l'équation (1) est de la forme (13), mais la formule donnant λ_i est indépendante de l'existence de cette équation. Nous pouvons, pour plus de netteté, définir λ_i de la manière suivante, complètement équivalente à la définition précédente : Nous faisons, dans l'équation (1), le changement de variable

$$y = a_1^i x + a_2^i x^2 + \ldots + a_m^i x^m + x^m y_1$$

qui nous donne, après avoir divisé par une puissance convenable de x et en s'abstenant de diviser par un autre facteur, une équation de la forme

$$x(a + \ldots)dy_1 + (by_1 + cx + \ldots)dx = 0. \tag{29}$$

D'autre part, nous faisons le même changement de variable dans la relation

$$[y - \varphi_0(x)]^{\lambda_0}[y - \varphi_1(x)]^{\lambda_1}\ldots[y - \varphi_n(x)]^{\lambda_n} = \text{const.}; \tag{30}$$

celle-ci devient

$$x^{\lambda_1}(y_1 - a_{m+1}^i x - \ldots)^{\lambda_i}\,\Pi(a_m^i - a_m^j + \ldots + y_1 x^{m-m_j})^{\lambda_j} = \text{const.},$$

où, dans le produit Π, j prend les valeurs $0, 1, 2, \ldots, n$, sauf la valeur i. Prenons la différentielle logarithmique de cette relation et chassons les dénominateurs (il faut s'abstenir de multiplier par tout autre facteur). En égalant à a le coefficient $k\lambda_i$ du terme en xy_1 de la nouvelle équation, nous aurons

$$k\lambda_i = a,$$

équation qui détermine λ_i. En opérant de même pour les diverses intégrales, nous obtenons un système d'exposants λ. Si nous multipliions par un facteur constant c les deux membres de l'équation (1) et si nous déterminions les exposants relatifs à la nouvelle équation, on obtiendrait les premiers exposants multipliés par c.

Si l'équation admet l'intégrale $x = 0$, pour déterminer l'exposant λ relatif à cette intégrale, nous ferons le changement de variable $x = uy$ dans l'équation (1), ce qui donne une équation de la forme

$$(29') \qquad y[a + \ldots]\,du + u[b + \ldots]\,dy = 0.$$

Si nous faisons le même changement de variable dans la relation

$$x^{\lambda}[y - \varphi_1(x)]^{\lambda_1} \ldots [y - \varphi_n(x)]^{\lambda_n} = \text{const.},$$

nous obtenons, après avoir différentié logarithmiquement et chassé les dénominateurs, une seconde équation de la forme (29'). L'identification des termes $ay\,du$ des deux équations donne λ.

17. Je vais justifier l'utilité de cette notion d'exposant, en montrant que les termes de degré minimum de l'équation (1) sont identiques aux termes de degré minimum de l'équation

$$(31) \qquad \sum_{i=0}^{i=n} \lambda_i [dy - \varphi_i(x)\,dx]\,\Pi[y - \varphi_j(x)] = 0 \qquad (j \neq i),$$

obtenue en différentiant (30). De plus, si l'on fait dans l'équation (1) et dans l'équation (31) le même changement de variable

$$y = \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \ldots + \alpha_m x^m + x^m y_1,$$

ou le changement $x = x_1 y$, ou encore une succession de changements de ces formes, les termes de degré minimum des deux équations obtenues sont identiques. Ce résultat ne présentera d'intérêt pour nous que si les changements de variables employés sont ceux que nous avons employés dans la recherche des intégrales algébroïdes ou dans une démonstration précédente (A. 14). Au reste, la démonstration étant faite pour ces changements de variables, elle s'étendra immédiatement à tous les changements signalés. Nous nous bornerons donc à démontrer que, *si l'on forme la suite des diverses équations transformées servant à obtenir les intégrales holomorphes de l'équation donnée et de l'équation* (31), *les termes de degré minimum des deux équations transformées quelconques correspondantes seront identiques.* Comme les termes de degré minimum d'une transformée de (31) s'obtiennent facilement au moyen de la relation (30), nous voyons qu'on aura sans peine pour chaque changement de variable les

termes de degré minimum de l'équation transformée de (1). Je vais établir le théorème énoncé d'abord dans un cas particulier, j'établirai ensuite diverses propriétés qui fourniront la démonstration dans le cas le plus général.

1° La démonstration que nous avons en vue est immédiate si les diverses intégrales $y = \varphi_i(x)$ admettent à l'origine des tangentes distinctes : les différents coefficients a_1^i sont tous différents.

Considérons l'équation (13) que nous écrirons

$$[F_n(x, y) + F_{n+1}(x, y) + \ldots] dy + [G_n(x, y) + G_{n+1}(x, y) + \ldots] dx = 0$$

et l'équation (1) que nous écrirons

$$[f_n(x, y) + f_{n+1}(x, y) + \ldots] dy + [g_n(x, y) + g_{n+1}(x, y) + \ldots] dx = 0,$$

où les F, G, f, g sont des polynomes homogènes de degré égal à l'indice.

Il nous faut démontrer que l'on a

$$(32) \qquad f_n(x, y) \equiv F_n(x, y), \qquad g_n(x, y) \equiv G_n(x, y).$$

Faisons le changement de variable

$$y = vx,$$

nous obtenons les deux équations

$$x[F_n(1, v) + x F(x, v)] dv + [v F_n(1, v) + G_n(1, v) + x G(x, v)] dx = 0.$$
$$x[f_n(1, v) + x f(x, v)] dv + [v f_n(1, v) + g_n(1, v) + x g(x, v)] dx = 0.$$

On devra avoir

$$v f_n(1, v) + g_n(1, v) \equiv K[v F_n(1, v) + G_n(1, v)],$$

K étant une constante, puisque les polynomes qui entrent dans les deux membres de cette identité doivent être nuls pour

$$v = a_1^i \qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, n).$$

Si nous faisons ensuite le changement de variable

$$v = a_1^i + v_1,$$

les coefficients du terme en $x\, dv_1$ doivent être les mêmes pour les

deux équations, puisque l'exposant λ_i doit être le même pour les deux équations. Ces coefficients sont respectivement $F_n(1, a_1^i)$ et $f_n(1, a_1^i)$. Les deux polynomes $F_n(1, v)$ et $f_n(1, v)$ de degré n, qui prennent la même valeur pour $n+1$ valeurs distinctes attribuées à v, sont identiques. Nous aurons donc

$$(K-1)vF_n(1, v) \equiv KG_n(1, v) - g_n(1, v),$$

identité impossible si K n'est pas égal à un, puisque le premier membre serait de degré $n+1$ et le second au plus de degré n. On a donc

$$f_n(1, v) \equiv F_n(1, v), \qquad g_n(1, v) \equiv G_n(1, v),$$

ce qui revient à l'identité des polynomes $f_n(x, y)$ et $F_n(x, y)$; $g_n(x, y)$ et $G_n(x, y)$.

Si nous considérons ensuite une quelconque des équations transformées de (1), celle relative à l'intégrale $y = \varphi_i(x)$ par exemple, cette équation pourra s'écrire

$$x(a + \ldots)\,dy_1 + (by_1 + cx + \ldots)\,dx = 0 \tag{33}$$

et l'on a

$$a = f_n(1, a_1^i), \qquad b = a_1^i f_n(1, a_1^i) + g_n(1, a_1^i).$$

De plus, le coefficient a_2^i du terme en x^2 de $\varphi_1(x)$ est donné par

$$(a-b)a_2^i + c = 0.$$

De ces diverses égalités il résulte que l'équation transformée (33) relative à (1) a ses termes de moindre degré identiques aux termes de moindre degré de l'équation transformée correspondante relative à (31).

2° Considérons l'équation (1) admettant les intégrales

$$x = 0, \qquad y = \varphi_1(x), \qquad \ldots, \qquad y = \varphi_i(x), \qquad \ldots, \qquad y = \varphi_n(x),$$

affectées des exposants $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_i, \ldots, \lambda_n$. Nous supposons que les diverses intégrales $y = \varphi_i(x)$ ne forment pas un groupe élémentaire. Pour fixer les idées, nous supposerons que r des quantités a_1^i $(i = 1, 2, \ldots, n)$ soient égales à α et que s soient égales à α' $(r+s=n)$. Considérons l'équation (E) tout à fait analogue à (31) et dont l'intégrale générale est donnée par

$$x^{\lambda_0}[y-\varphi_1(x)]^{\lambda_1}[y-\varphi_2(x)]^{\lambda_2}\ldots[y-\varphi_n(x)]^{\lambda_n} = \text{const.}$$

Nous pouvons écrire les équations (1) et (E) sous la forme

$$(34)\quad x[f_{n-1}(x,y)+f_n(x,y)+\ldots]\,dy+[g_n(x,y)+g_{n+1}(x,y)+\ldots]\,dx=0.$$

$$(35)\quad x[F_{n-1}(x,y)+F_n(x,y)+\ldots]\,dy+[G_n(x,y)+G_{n+1}(x,y)+\ldots]\,dx=0.$$

Si, dans l'équation (34) ou l'équation (35), nous faisons le changement de variable

$$y=\alpha x+xy_1,$$

nous obtenons deux équations transformées t et T correspondant respectivement à (34) et à (35). Dans chacune de ces équations, les coefficients de dy_1 et de dx ont leurs termes de degré minimum de degré r, puisque ces équations admettent r intégrales holomorphes $y_1(x)$ et admettent, de plus, l'intégrale $x=0$. *Supposons que nous ayons démontré que les termes en $xy_1^{r-1}\,dy_1$ des équations t et T aient même coefficient dans les deux équations. Faisons la même hypothèse pour les termes en $xy_1^{s-1}\,dy_1$ des deux équations transformées t' et T' obtenues par le changement $y=\alpha' x+xy_1$. Nous allons montrer qu'on a*

$$f_{n-1}(x,y)\equiv F_{n-1}(x,y).$$

Faisons le changement de variable $y=vx$, nous obtenons

$$x[f_{n-1}(1,v)+xf(x,v)]\,dv+[vf_{n-1}(1,v)+g_n(1,v)+xg(x,v)]\,dx=0,$$

$$x[F_{n-1}(1,v)+xF(x,v)]\,dv+[vF_{n-1}(1,v)+G_n(1,v)+xG(x,v)]\,dx=0.$$

Faisons ensuite $v=\alpha+y_1$ et développons $f_{n-1}(1,\alpha+y_1)$ et $F_{n-1}(1,\alpha+y_1)$, par la formule de Taylor.

D'après nos hypothèses $f_{n-1}(1,v)$ et $F_{n-1}(1,v)$ seront nuls, ainsi que leurs $r-2$ premières dérivées pour $v=\alpha$; les dérivées d'ordre $r-1$ de f_{n-1} et F_{n-1} seront égales comme coefficients des termes en $xy_1^{r-1}\,dy_1$ des équations t et T. On verra de la même façon que f_{n-1} et F_{n-1} sont nuls, ainsi que leurs $s-2$ premières dérivées pour $v=\alpha'$ et que les dérivées d'ordre $s-1$ sont égales. Les deux polynomes f_{n-1} et F_{n-1} de degré $r+s$ prennent la même valeur, ainsi que leurs $r-1$ premières dérivées, pour $v=\alpha$; la même valeur, ainsi que leurs $s-1$ premières dérivées, pour $v=\alpha'$. Un polynome de degré $r+s$ assujetti à prendre, ainsi que ses $r-1$ premières dérivées, des valeurs données pour $v=\alpha$, et à prendre, ainsi que ses $s-1$ premières dérivées, des valeurs don-

nées pour $v = \alpha'$ est déterminé d'une façon unique. Les deux polynomes $f_{n-1}(x, y)$ et $F_{n-1}(x, y)$ sont donc identiques.

La démonstration subsisterait si, au lieu de l'intégrale $x = 0$, l'équation (1) admettait l'intégrale $y = \varphi_0(x)$.

3° Nous pourrons maintenant démontrer que, dans deux équations transformées quelconques en y_j et x déduites, l'une de (1), l'autre de (31), au moyen de la même suite de transformations, les termes de degré minimum du facteur qui multiplie dy_j sont les mêmes pour les deux équations. Considérons deux équations transformées en y_i, x et fournissant l'une et l'autre un groupe élémentaire d'intégrales.

Les diverses équations transformées de la forme (33) en y_{i+1}, x qui se correspondent et qui sont déduites de ces deux équations, auront même coefficient a du terme en $x\,dy_i$, puisque c'est ce coefficient qui fournit l'exposant de l'intégrale $y(x)$ correspondant à l'intégrale holomorphe $y_{i+1}(x)$. Il en résulte d'après 2° que les termes de degré minimum du coefficient de dy_i seront les mêmes pour les deux équations transformées. En remontant ainsi la chaîne des équations transformées, on arrive à montrer que les termes de degré minimum du coefficient de dy_j ou de dy sont les mêmes dans deux équations qui se correspondent, et en particulier dans l'équation (1) et l'équation (31). Chaque fois que nous employons 2° nous n'avons besoin de nous appuyer que sur l'identité *de deux* des termes de degré minimum des deux équations transformées en y_j, x; nous n'avons pas besoin d'invoquer l'identité de tous les termes de degré minimum du coefficient de dy_j.

4° Comme dans 2° considérons l'équation (1) admettant les intégrales

$$x = 0, \quad y = \varphi_1(x), \quad \ldots, \quad y = \varphi_i(x), \quad y = \varphi_n(x),$$

les exposants correspondants sont $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_i, \ldots, \lambda_n$. Nous supposons que ces diverses intégrales ne forment pas un groupe élémentaire : r des intégrales $y = \varphi_i(x)$ sont tangentes à la droite $y = \alpha x$, les autres tangentes à $y = \alpha' x$. Nous considérons de même l'équation (31). Nous écrirons les deux équations sous la forme (34) et (35). Nous avons vu que les deux polynomes f_{n-1} et F_{n-1} sont identiques, montrons qu'il en est de même de $G_n(x, y)$ et $g_n(x, y)$. Si nous faisons le changement de variable $y = vx$,

nous voyons, pour les mêmes raisons que dans 2°, que le polynome

$$v f_{n-1}(1, v) + g_n(1, v)$$

doit être nul ainsi que ses $r-1$ premières dérivées pour $v = \alpha$, nul, ainsi que ses $s-1$ premières dérivées, pour $v = \alpha'$. Il en est de même du polynome

$$v F_{n-1}(1, v) + G_n(1, v).$$

Ces deux polynomes ne diffèrent donc que par un facteur constant. On a donc

$$(36) \qquad y f_{n-1}(x, y) + g_n(x, y) \equiv K[y F_{n-1}(x, y) + G_n(x, y)].$$

Nous n'avons pas jusqu'ici tenu compte de ce que l'exposant attaché à l'intégrale $x = 0$ est le même pour les deux équations. Pour calculer cet exposant, nous faisons $x = uy$, nous obtenons

$$[g_n(u, 1) + y g'(u, y)] y\, du + [g_n(u, 1) + f_{n-1}(u, 1) + y f'(u, y)]\, dy = 0.$$

L'exposant de x étant proportionnel à $g_n(0, 1)$, on aura

$$G_n(0, 1) = g_n(0, 1) \qquad \text{ou} \qquad G_n(0, y) = g_n(0, y).$$

En faisant $x = 0$ dans l'identité (36) et tenant compte de ce qu'on a $f_{n-1} \equiv F_{n-1}$, on voit qu'on a $K = 1$. En effet, on ne saurait avoir

$$y f_{n-1}(0, y) + g_n(0, y) \equiv y F_{n-1}(0, y) + G_n(0, y) \equiv 0,$$

car le polynome $v F_{n-1}(1, v) + G_n(1, v)$, serait au plus de degré $n-1$, et comme il admet r racines égales à α et s racines égales à α', avec $r + s = n$, il serait identiquement nul. Le changement de variable, $y = vx$, montrerait qu'on a une infinité d'intégrales algébroïdes (A. 4, 1°), cas que nous laissons de côté.

Ceci démontré, considérons les deux équations transformées t et T, elles auront mêmes intégrales holomorphes : les intégrales $y_1(x)$ provenant des intégrales $y = \varphi_i(x)$; elles admettront en outre toutes les deux l'intégrale $x = 0$ [1]. Les exposants des pre-

---

[1] Sauf dans le cas où une équation indicatrice se réduit à une identité, une équation transformée admet toujours l'intégrale $x = 0$.

mières intégrales seront évidemment les mêmes pour t et T : cela résulte de la définition des exposants de (1); démontrons que l'intégrale $x = 0$ a même exposant dans t et T.

Nous n'avons pour cela qu'à nous rappeler qu'à un facteur près, qui est le même pour t et T, cet exposant est égal au coefficient du terme en y_1^r dans le facteur qui dans T et t multiplie dx; or ce coefficient est égal à la valeur, pour $v = \alpha$, de la dérivée d'ordre r de $vf_{n-1}(1, v) + g_n(1, v)$ et de $vF_{n-1}(1, v) + G_n(1, v)$.

Si, comme dans 1°, l'équation (1) avait admis l'intégrale $y = \varphi_0(x)$ au lieu de l'intégrale $x = 0$, nous n'aurions eu qu'à modifier notre raisonnement et à raisonner comme dans 1°.

5° Nous pourrons maintenant établir notre théorème dans le cas le plus général. Partons des équations (1) et (31). D'après 3° et 4° l'égalité des divers exposants relatifs à ces deux équations entraîne l'identité des termes de degré minimum et entraîne, en outre, l'égalité des exposants relatifs à deux équations transformées correspondantes.

En raisonnant sur ces divers couples d'équations comme sur (34) et (35) et descendant la chaîne des équations transformées, on arrivera à prouver l'identité des termes de degré minimum pour tous les couples d'équations transformées.

18. La connaissance des diverses intégrales holomorphes de (1) et de leurs exposants (on y joint s'il y a lieu l'exposant de l'intégrale $x = 0$), définissant complètement les termes de degré minimum des diverses équations transformées, et, d'autre part, les propriétés de ces équations dépendant à peu près uniquement des valeurs des termes de degré minimum, les propriétés de (1) que nous pourrons étudier dépendront à peu près uniquement des valeurs des exposants. Il semble assez peu commode de tirer, dans le cas le plus général, une conséquence intéressante de l'existence d'une intégrale générale de (1) ayant la forme (13), forme qui nous a conduit à la notion d'exposant. Au contraire, nous allons immédiatement conclure, de la notion d'exposant telle que nous l'avons étendue, une conséquence très générale [1].

---

[1] La généralisation de la notion d'exposant pourrait permettre d'abréger un peu les raisonnements développés précédemment (A. 14, 15). Nous pourrions

Si les rapports des exposants λ ne sont pas tous positifs l'équation (1) *admet une infinité d'intégrales pour lesquelles x et y tendent simultanément vers zéro.*

En effet, d'après (A. 13 et 14), il est toujours possible, dans nos hypothèses, d'obtenir une équation transformée de (31) de la forme

$$x(a+\ldots)\,dy_1+(by_1+cx+\ldots)\,dx=0,$$

le rapport de a et de b n'étant pas positif. L'équation transformée correspondante relative à (1) aura même forme, les constantes a et b ayant même valeur que pour l'équation relative à (31). Cette équation aura une infinité d'intégrales, en général non algébroïdes, pour lesquelles x et y_1 tendront simultanément vers zéro; elles fourniront des intégrales pour lesquelles x et y tendront simultanément vers zéro.

La connaissance des exposants λ nous permet, non de prévoir (car pour calculer les λ nous avons dû supposer d'abord recherchées les intégrales algébroïdes), mais de retrouver presque toutes les circonstances qui se présentent dans la recherche des intégrales algébroïdes de l'équation donnée (1).

Considérons une équation (1) pour laquelle $n=2$ et qui admet les intégrales

$$y+x+ax^2+\ldots=0,\quad y-x+x^2+bx^3+\ldots=0,\quad y-x+cx^3+\ldots=0,$$

affectées des exposants λ, μ, ν. Les termes de degré minimum des diverses équations transformées seront les mêmes pour l'équation (1) et pour l'équation dont l'intégrale générale est

$$(37)\quad (y+x+ax^2+\ldots)^{\lambda}(y-x+x^2+bx^3+\ldots)^{\mu}(y-x+cx^3+\ldots)^{\nu}=\text{const.}$$

Faisons le changement de variable, $y=-x+xy_1$, la relation (37) devient

$$(y_1+ax+\ldots)^{\lambda}x^{\lambda+\mu+\nu}(-2+y_1+x+\ldots)^{\mu}(-2+y_1+cx^2+\ldots)^{\nu}=\text{const.}$$

Donc, si $\lambda+\mu+\nu$ est nul, ou si le rapport $\lambda+\mu+\nu:\lambda$ est un

---

éviter les raisonnements où nous avons employé des développements dont la convergence n'est pas démontrée. Il m'a cependant paru plus logique de conserver l'ordre que j'ai suivi.

nombre négatif rationnel, non entier, il y a une infinité d'intégrales algébroïdes pour lesquelles, x tendant vers zéro, $y:x$ tend vers -1. Si le rapport de $\lambda+\mu+\nu$ à λ est égal à -1, il y a une infinité d'intégrales algébroïdes, pour lesquelles $y:x$ tend vers -1, si, dans l'équation transformée de la forme (33), c est nul; si le rapport, $\lambda+\mu+\nu:\lambda$, est un entier négatif autre que -1, la condition pour qu'il y ait une infinité d'intégrales algébroïdes dépendra de coefficients autres que ceux des termes de degré minimum. Si nous faisons le changement de variable, $y=x+x^2y_1$, les mêmes circonstances se présenteront, suivant la valeur du rapport de $\lambda+2\mu+2\nu$ à ν.

19. Dans le cas où les rapports des différents exposants λ sont tous positifs, et où le développement $H(x,y)$ existe formellement, nous ne pouvons espérer démontrer en général sa convergence; on sait que, pour $n=1$, ce développement peut être divergent.

Nous pouvons, comme pour le cas de $n=1$, démontrer que ce développement est convergent, lorsque les rapports des différents exposants λ sont tous rationnels et positifs. On peut essayer de faire cette démonstration, en raisonnant d'une façon analogue à celle employée dans une démonstration précédente (A.13) et employant une des équations transformées qui servent à obtenir les intégrales algébroïdes. Mais cette démonstration est en défaut dans certains cas. Par exemple, si les $n+1$ intégrales holomorphes passant par l'origine admettent des tangentes distinctes, la démonstration est en défaut si, quel que soit l'exposant λ_i choisi (on peut ici supposer tous les λ entiers), cet exposant admet un diviseur commun avec la somme $\lambda_0+\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n$, diviseur qui change avec i. J'emploierai donc, pour la démonstration que j'ai en vue, une autre méthode plus compliquée que celle que j'indique, mais plus simple que celle que j'avais indiquée (n°s 56 et 57). Avant d'arriver à cette démonstration, je remarquerai que *le cas où tous les exposants λ ont leurs rapports rationnels et positifs est le seul où le développement* $H(x,y)$ *puisse contenir des coefficients constants arbitraires.*

Supposons qu'il y ait des coefficients de H restant arbitraires, en leur donnant des valeurs distinctes, on aura deux développements, que je désignerai par $H(x,y)$ et $H_1(x,y)$. L'intégrale

générale de l'équation (1) sera donnée par l'une et l'autre des deux relations

$$A_0^{\lambda_0} A_1^{\lambda_1} \dots A_n^{\lambda_n} H(x, y) = c,$$

$$A_0^{\lambda_0} A_1^{\lambda_1} \dots A_n^{\lambda_n} H_1(x, y) = c'.$$

On aura également l'intégrale générale

$$\frac{H(x, y)}{H_1(x, y)} = \frac{c}{c'},$$

qui, puisque $H_1(0, 0)$ n'est pas nul, se met sous la forme

$$K(x, y) = \text{const.},$$

K étant holomorphe et nul pour $x = 0$, $y = 0$. En mettant en évidence les facteurs de K qui s'annulent avec x et y, on peut écrire

$$K(x, y) = A_0'^{\lambda_0'} A_1'^{\lambda_1'} \dots A_{n'}'^{\lambda_{n'}'} H_2(x, y),$$

les λ' étant des entiers, H_2 étant une fonction holomorphe pour $x = 0$, $y = 0$, qui ne s'annule pas pour ces valeurs, et les A' des facteurs qui, égalés à zéro, fournissent les intégrales algébroïdes. Nous devons donc admettre que les A' sont identiques aux A et que, par suite, les λ' sont proportionnels aux λ. Cette démonstration, qui suppose la convergence de $H(x, y)$ et de $H_1(x, y)$, s'étend, par le procédé habituel (n° 11), au cas où l'on ne sait rien sur la convergence de ces deux développements.

Réciproquement, *si les λ ont tous leurs rapports positifs et rationnels, et si* $H(x, y)$ *existe, les termes de* H *contiendront une infinité d'arbitraires.*

Nous pouvons supposer tous les λ entiers et positifs. Si, alors, on a une intégrale générale de la forme

$$K \equiv A_0^{\lambda_0} A_1^{\lambda_1} \dots A_n^{\lambda_n} H(x, y) = \text{const.},$$

$c_1 K + c_2 K^2 + \dots =$ const. sera également une intégrale générale de même forme et dépendra d'une infinité de constantes arbitraires.

20. Rappelons un théorème que nous avons établi (n° 55). Soient

$$y = a_0 x + \dots, \qquad y = a_1 x + \dots. \qquad y = a_n x + \dots$$

les $n+1$ intégrales holomorphes de l'équation (1) et $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_n$ les exposants correspondants.

Nous ne supposons pas que les différents nombres x soient tous distincts; pour simplifier, nous supposerons $a_0 = 0$ (ainsi qu'on peut toujours le faire au moyen d'un changement de variable). En posant

$$(38) \quad x = ty, \quad y^{\lambda_0}(y-a_1x)^{\lambda_1}, \quad \ldots, \quad (y-a_nx)^{\lambda_n} = \rho^\nu,$$
$$\nu = \lambda_0+\lambda_1+\ldots+\lambda_n, \quad u^\nu = (1-a_1t)^{\lambda_1}(1-a_2t)^{\lambda_2}, \quad \ldots \quad (1-a_nt)^{\lambda_n},$$
$$x = \frac{t\rho}{u}, \qquad y = \frac{\rho}{u},$$

et prenant ρ et t pour nouvelles variables, l'équation (1) se met sous la forme

$$(39) \qquad d\rho + \rho^2\psi(\rho, t)\,dt = 0;$$
$$\psi(\rho, t) = \psi_1(t) + \rho\psi_2(t) + \rho^2\psi_3(t) + \ldots;$$

$\psi_1(t)$, $\psi_2(t)$, ... sont des fonctions non uniformes de t définies dans un certain domaine D, ne comprenant ni le point à l'infini du plan des t, ni les points d'affixes $\frac{1}{a_1}, \frac{1}{a_2}, \ldots, \frac{1}{a_n}$, qui sont des points critiques de u. L'équation (39) admet une intégrale générale de la forme

$$(40) \qquad F(\rho, t) \equiv \rho + \rho^2 f_2(t) + \rho^3 f_3(t) + \ldots = \text{const.},$$

les $f_2(t)$, $f_3(t)$, ... sont des fonctions de t, en général non uniformes, définies comme intégrales curvilignes, prises le long d'un contour partant de $t=0$ et aboutissant à une valeur t quelconque. (Ce contour peut tourner un certain nombre de fois autour des divers points critiques de u.) Si nous désignons par σ la longueur minimum qu'on peut donner, sans sortir du domaine D, au contour d'intégration considéré, $F(\rho, t)$ sera uniformément convergent, si l'on a

$$\sigma < l \qquad \text{et} \qquad |\rho| < \varepsilon,$$

l peut être pris arbitrairement, ε doit être suffisamment petit et tend vers zéro à mesure que l est pris de plus en plus grand.

Voyons sous quelle forme peuvent se mettre les coefficients $f_2(t)$, $f_3(t)$, ..., lorsque l'équation (1) admet une intégrale générale de la forme

$$(y-a_0x-\ldots)^{\lambda_0}(y-a_1x-\ldots)^{\lambda_1}\ldots(y-a_nx-\ldots)^{\lambda_n}H(x,y) = \text{const.}.$$

où nous supposons que les exposants $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_n$ soient des entiers positifs. Le changement de variables (38) nous donnera, pour l'équation (40), une intégrale générale de la forme

$$z(\rho, t) = \rho^\nu + \rho^{\nu+1} \frac{P_{\nu+1}(t)}{u^{\nu+1}} + \rho^{\nu+2} \frac{P_{\nu+2}(t)}{u^{\nu+2}} + \ldots = \text{const.},$$

où les P sont des polynomes en t de degré égal à l'indice.

Soit

$$z(\rho, 0) = \rho^\nu + c_1\rho^{\nu+1} + c_2\rho^{\nu+2} + \ldots$$

ce à quoi se réduit $z(\rho, t)$ pour $t = 0$. Nous aurons

$$\rho = [z(\rho, 0)]^{\frac{1}{\nu}} + b_2[z(\rho, 0)]^{\frac{2}{\nu}} + b_3[z(\rho, 0)]^{\frac{3}{\nu}} + \ldots,$$

les b étant des constantes faciles à déterminer en fonction des c.

Nous supposons qu'on prend la détermination de $[z(\rho, 0)]^{\frac{1}{\nu}}$ qui, divisée par ρ, devient, pour $\rho = 0$, égale à *un*, et qu'on adopte, pour $[z(\rho, t)]^{\frac{1}{\nu}}$, la détermination correspondante; de même u aura, pour $u = 0$, la valeur initiale $u = 1$.

De ce qui précède il résulte que la relation

$$F_1(\rho, t) \equiv [z(\rho, t)]^{\frac{1}{\nu}} + b_2[z(\rho, t)]^{\frac{2}{\nu}} + b_3[z(\rho, t)]^{\frac{3}{\nu}} + \ldots = \text{const.}$$

définit l'intégrale générale de (39). Cette intégrale, qui se réduit à ρ, pour $t = 0$, sera donc identique à l'intégrale (40). En supposant $b_1 = 1$ nous pourrons écrire cette intégrale

$$(41) \qquad F_1(\rho, t) \equiv \sum_{i=1}^{i=\infty} b_i \rho^i (1 + \rho E^{\nu+1} + \rho^2 E^{\nu+2} + \ldots)^{\frac{i}{\nu}} = \text{const.},$$

où je désigne par E^k une fonction de t donnée par une expression de la forme

$$E^k = \frac{P_k(t)}{u^k},$$

$P_k(t)$ étant un polynome en t de degré égal à l'indice.

En ordonnant $F_1(\rho, t)$ suivant les puissances de ρ et identifiant avec les termes de $F(\rho, t)$, nous aurons les expressions de f_2, f_3, ... On voit immédiatement que $f_2, f_3, \ldots$ sont des fonctions

uniformes de t et de u, quantités liées par la relation définissant u. Les expressions des f, au moyen de t et de u, sont assez compliquées; il nous sera seulement utile de voir quelle est leur forme.

Nous voyons que f_i coefficient de ρ^i, dans le développement de $F_1(\rho, t)$ suivant les puissances de ρ, contient d'abord b_i, provenant du terme de rang i de Σ; f_i contient aussi un terme de la forme $E_i^{\nu+1}$, provenant du terme de rang $i-1$ de Σ et d'une façon générale une somme S de termes de la forme $E_i^{k\nu+j}$, provenant du terme de rang $i-j$ de Σ; nous obtenons les divers termes de la somme S, en donnant à k les valeurs $1, 2, \ldots, j$. On a donc

$$f_i(t) \equiv b_i + \sum_{j=1}^{j=i-1} \sum_{k=1}^{k=j} E_i^{k\nu+j}.$$

Pour chacune des valeurs indiquées de j, on donne successivement à k les valeurs indiquées. En revenant aux variables x et y, on a

$$(42) \qquad \rho^i f_i(t) \equiv b_i \rho^i + \Sigma \rho^{i-k\nu-j} P_{k\nu+j}(x, y),$$

les P étant des polynomes en x et y, homogènes et de degré égal à l'indice.

Chaque terme de $F(\rho, t)$ peut s'écrire, comme dans (42), sous la forme d'une fonction homogène de x et de y de degré d'homogénéité égal au rang du terme. Nous avons ainsi mis $F(\rho, t)$ sous la forme d'une série simple, dont les termes sont des fonctions homogènes en x et y. Nous désignerons cette forme donnée à $F(\rho, t)$ par $K_1(x, y, \rho)$, car x et y entrent dans K_1, non seulement d'une façon explicite, mais aussi par l'intermédiaire des puissances de ρ. Ce résultat, dont la démonstration a exigé la convergence de $H(x, y)$, subsiste lors même qu'on ne sait rien sur la convergence de ce développement, puisque, ainsi que nous l'avons remarqué dans des cas analogues, c'est un résultat qui concerne la forme des termes de la série et non la convergence de la série. Nous pourrions du reste développer le raisonnement employé (n° 11) et montrer que, quel que soit le rang du terme, f_i est de la forme indiquée.

21. Montrons qu'*on peut déterminer les arbitraires dont dépend* $H(x, y)$ *de manière à obtenir un développement conver-*

gent. Posons

$$\omega = \cos\frac{2\pi}{\nu} + \sqrt{-1}\sin\frac{2\pi}{\nu}$$

et désignons par K_2, K_3, ..., K_ν les résultats obtenus en remplaçant ρ, dans $K_1(x,y,\rho)$, successivement par $\omega\rho$, $\omega^2\rho$, ..., $\omega^{\nu-1}\rho$. Soit

$$K = K_1 + K_2 + \ldots + K_\nu.$$

Montrons que K peut s'écrire sous la forme d'une série dont les termes sont des polynomes homogènes en x et y.

Considérons, dans K_1, K_2, ..., K_ν, les termes de degré d'homogénéité i et provenant du terme (42); faisons leur somme. Nous aurons dans cette somme l'expression

$$b_i\rho^i(1 + \omega^i + \omega^{2i} + \ldots + \omega^{(\nu-1)i}).$$

Cette somme sera nulle, si i n'est pas un multiple de ν; si i est un multiple de ν, elle sera un polynome homogène de degré i en x et y. Prenons de même, dans la somme considérée, l'expression

$$(43)\qquad \rho^{i-j-k\nu}P_{k\nu+j}(x,y)[1 + \omega^{i-j} + \omega^{2(i-j)} + \ldots + \omega^{(\nu-1)(i-j)}].$$

Cette somme est nulle, si $i-j$ n'est pas un multiple de ν. Si $i-j$ est un multiple de ν, $(i-j = m\nu)$, les termes considérés proviendront des termes en ρ^i du terme de rang $i-j$ de Σ dans (41), c'est-à-dire des termes en ρ^i de $b_{m\nu}[z(\rho,t)]^m$. Ces termes pouvant s'écrire sous la forme d'un polynome homogène en x et y de degré i, l'expression (43) sera encore un polynome homogène en x et y de degré i. En résumé, K est bien une série de polynomes homogènes en x et y dont les degrés sont égaux au rang du terme, en supposant les ν premiers termes identiquement nuls. Nous verrons dans un instant que K_1, K_2, ..., K_ν sont *uniformément convergents* pour un ensemble de valeurs de x et y correspondant à un ensemble de valeurs de ρ et de t, formant un domaine tout à fait analogue au domaine de convergence de $F(\rho,t)$. Cet ensemble de valeurs de x et y, pour lesquelles la série K converge aussi, uniformément, ne comprend pas toutes les valeurs de x et y satisfaisant aux conditions $|x| < r_1'$, $|y| < r_1''$, r_1' et r_1'' étant pris aussi petits que l'on veut; il ne comprend pas même

toutes les valeurs réelles de x et y satisfaisant à ces conditions. Nous n'avons donc pas démontré que cette série converge, pour x et y suffisamment petits; nous avons encore moins démontré qu'on peut séparer les différents termes des polynomes en x et y, qui constituent les termes de la série, de manière à définir une fonction holomorphe pour $x=y=0$. Nous pouvons cependant affirmer qu'il en est bien ainsi. La série K, dont les termes sont des polynomes homogènes en x et y et qui est uniformément convergente pour l'ensemble des valeurs indiquées de x et y, définit une fonction holomorphe pour $x=0$, $y=0$. Il nous suffira, pour le faire voir, de montrer que la série *converge uniformément* lorsqu'on donne à y une valeur fixe et à x des valeurs réelles et suffisamment petites. *La série* K *définit une fonction holomorphe pour* $x=0$, $y=0$ [1].

Si nous montrons maintenant que $K=$ const. définit l'intégrale générale de (1), nous aurons montré la convergence du développement $H(x, y)$, dans le cas où les rapports de tous les exposants λ sont rationnels et positifs. Il nous suffit, pour cela, de montrer qu'en égalant à des constantes $K_1(x, y, \rho)$, $K_2(x, y, \rho)$, ..., $K_\nu(x, y, \rho)$, on obtient différentes formes de l'intégrale générale de (1); en égalant à une constante la somme K des premiers membres de ces égalités, on aura l'intégrale générale de (1).

Montrons d'abord que K_2, K_3, ..., K_ν sont *uniformément convergents*, dans un certain domaine, analogue au domaine de convergence de K_1. On peut toujours supposer les exposants λ_0, λ_1, ..., λ_n sans diviseur commun et, par suite, faire décrire à t un contour fermé C, partant de $t=0$ et y revenant, tournant autour des points critiques de u, et tel que l'argument de u augmente de $\frac{2\pi}{\nu}$ lorsqu'on décrit ce contour [2]. Désignons par l' la longueur de ce contour. Lorsque t décrit ce contour, u est multiplié par ω. Désignons par $F_i(\rho, t)$ (en donnant à i les valeurs suc-

---

[1] J'ai énoncé le théorème sur lequel je m'appuie dans les *Comptes rendus* (3 août 1903). La démonstration doit paraître dans les *Acta mathematica*.

[2] Cette propriété revient au théorème d'arithmétique suivant : *Si les entiers* λ_0, λ_1, ..., λ_n *sont premiers entre eux, on peut toujours trouver des entiers* a_0, a_1, ..., a_n *positifs ou négatifs et tels que l'on ait*

$$a_0\lambda_0 + a_1\lambda_1 + \ldots + a_n\lambda_n = 1.$$

cessives 2, 3, ..., ν) ce que devient $F_1(\rho, t)$ lorsqu'on y remplace ρ par $\rho\omega^{i-1}$ et u par $u\omega^{i-1}$. Cette substitution ne change pas les valeurs de x et y; on aura donc, en revenant aux variables x et y,

$$F_i(\rho, t) \equiv K_i(x, y, \rho).$$

Considérer $F_i(\rho, t)$ revient à remplacer, dans $F(\rho, t)$, ρ par $\rho\omega^{i-1}$ et à faire décrire, à l'affixe de la variable t, $i-1$ fois le contour C, avant de décrire le chemin de longueur σ, allant de $t=0$ à une valeur quelconque de t. $K_i(x, y, \rho)$ sera, par suite, uniformément convergent pour les valeurs de x et y correspondant à des valeurs de ρ et de t assujetties aux conditions : 1° affixe de t intérieure au domaine D; 2° $\sigma < l-(i-1)l'$; 3° $|\rho| < \varepsilon$. [Nous supposerons que nous ayons pris l supérieur à $(\nu-1)l'$, par exemple $l=\nu l'$.] Il est facile de voir que l'ensemble des valeurs de x et y, pour lesquelles les séries K_1, K_2, ..., K_ν et la série K convergent uniformément, comprend, en particulier, les valeurs indiquées plus haut. Prenons, en effet, pour t des valeurs réelles, abscisses des différents points d'un segment pris sur l'axe des quantités réelles du plan de t; ce segment étant assujetti à contenir l'origine, à avoir une longueur inférieure à l' et à être compris à l'intérieur du domaine D. A chacune de ces valeurs de t faisons correspondre une valeur de ρ, telle que $y=\frac{\rho}{u}$ garde une valeur fixe réelle η', assez petite pour que l'on ait $|\rho| < \varepsilon$. On voit que $x=ty$ prendra *toutes* les valeurs réelles inférieures en valeur absolue à η'', η'' étant suffisamment petit. Cette valeur de y et ces valeurs de x correspondent bien à des valeurs de ρ et de t pour lesquelles les conditions de convergence uniforme sont vérifiées.

Montrons enfin qu'en égalant à une constante $K_i(x, y, \rho)$, on obtient une forme générale de l'intégrale (1). Il suffit de montrer que $F_i(\rho, t) =$ const. fournit l'intégrale générale de (39). En effet, considérons une succession de valeurs de ρ, de t et de u correspondant à une intégrale quelconque de l'équation (39). A cette succession de valeurs correspond une intégrale $y(x)$ de l'équation (1). Or, si l'on considère la succession des mêmes valeurs de ρ et de u multipliées chacune par ω^{i-1}, les valeurs de t n'étant pas changées, les valeurs de x et y ne sont pas changées; il en résulte que cette nouvelle succession de valeurs de ρ, t et u correspond

encore à une intégrale de (39); F restera donc constant pour cette succession de valeurs, ce qui revient à dire que $F_i(\rho, t)$ reste constant.

22. Ayant passé en revue les divers points de mon travail précédent, qu'il me paraissait utile de compléter et de développer, je vais résumer les conclusions que l'on peut tirer de ces recherches sur les points singuliers, de manière à mettre en évidence que la plupart des résultats obtenus, pour l'équation (1), dans le cas d'un point d'intersection simple des courbes, $X = 0$, $Y = 0$, ainsi que la classification qui en résulte pour les points singuliers. s'étendent au cas d'un point d'intersection quelconque. Les intégrales dont il est question dans la suite sont des intégrales pour lesquelles x et y tendent simultanément vers zéro. Nous supposerons que toutes les intégrales algébroïdes aient été rendues holomorphes par un changement convenable de variable. n désignera le degré minimum des termes de X et Y.

I. *En général, l'équation* (1) *admet* $n+1$ *intégrales holomorphes; si elle admet plus de* $n+1$ *intégrales holomorphes, elle en admet une infinité; si elle admet moins de* $n+1$ *intégrales holomorphes, elle admet une infinité d'intégrales transcendantes.*

II. *Si les diverses intégrales holomorphes ne sont pas fournies par* $n+1$ *équations transformées du type*

$$x(a+\ldots)\,dt+(bt+cx+\ldots)\,dx=0, \qquad (a \neq 0), \tag{29}$$

il y a une infinité d'intégrales, en général transcendantes.

III. *Si les diverses intégrales holomorphes sont fournies par* $n+1$ *équations du type* (29), *on peut faire correspondre à chacune de ces intégrales un nombre* λ, *qui sera dit* exposant relatif à cette intégrale. *La connaissance des diverses intégrales holomorphes et de leurs exposants* λ *définit complètement les termes de degré minimum de l'équation* (1) *et de ses diverses équations transformées.*

Tous les théorèmes qui suivent concernent les cas où les exposants λ peuvent être déterminés.

IV. *Si les rapports des divers exposants ne sont pas tous positifs, il y a une infinité d'intégrales, en général non holomorphes. En étendant aux intégrales étudiées dans le champ complexe, une dénomination employée par M. Poincaré, dans l'étude des intégrales réelles, on peut dire que, dans le cas actuel, le point singulier considéré est un* nœud.

V. *Dans le cas où l'équation* (1) *admet* $n+1$ *intégrales holomorphes*

$$y = \varphi_0(x), \qquad y = \varphi_1(x), \qquad \dots \qquad y = \varphi_n(x),$$

fournies par des équations du type (29), *on peut chercher si l'intégrale générale de* (1) *est donnée par une relation de la forme*

$$[y - \varphi_0(x)]^{\lambda_0}[y - \varphi_1(x)]^{\lambda_1}\dots[y - \varphi_n(x)]^{\lambda_n} \mathrm{H}(x, y) = \text{const.},$$

H *étant un développement suivant les puissances de* x *et* y. *On reconnaît que cela est impossible, en général, si* n *est supérieur à* un. *On sait qu'au contraire pour* $n = 1$ *cela est possible, sauf si le rapport des deux exposants* λ *est rationnel et positif, auquel cas la détermination de* H *est en général impossible.*

Ce théorème est donc, pour n supérieur à *un*, plutôt négatif, mais il est néanmoins le point de départ de la classification qui résulte des théorèmes suivants et qui sont communs au cas de $n = 1$ et au cas de n quelconque.

VI. *Si l'on ne peut déterminer les termes de* $\mathrm{H}(x, y)$ *il y a une infinité d'intégrales passant par l'origine.*

Ce théorème résulte du théorème IV, si les rapports des exposants ne sont pas tous positifs (cas d'un nœud); on l'étend au cas où les rapports de tous les exposants sont positifs et où $\mathrm{H}(x, y)$ n'existe plus.

VII. *Si les rapports des exposants* λ *ne sont pas tous positifs et si l'on peut déterminer les termes de* $\mathrm{H}(x, y)$, *ce développement est convergent.*

VIII. *Si les rapports des exposants* λ *sont tous positifs, mais ne sont pas tous rationnels, et si l'on peut déterminer les termes*

de H(x, y); *ce développement peut être divergent, si petits que soient* x *et* y; *on ne peut dire s'il y a ou non une infinité d'intégrales, passant par le point singulier. Nous dirons que nous sommes dans le cas d'un* col.

IX. *Si les rapports des exposants* λ *sont tous rationnels et positifs, et si l'on peut déterminer les termes de* H(x, y), *les coefficients de ces termes dépendent d'arbitraires, et l'on peut déterminer ces arbitraires de telle manière que* H(x, y) *soit convergent. Il n'y a que* $n+1$ *intégrales passant par le point singulier, ce sont les intégrales holomorphes. Nous dirons qu'on est dans le cas d'un* centre.

Enfin le théorème VI nous a donné un résultat relatif au cas où tous les exposants ont leurs rapports positifs et où H n'existe pas. Nous dirons alors qu'on est dans le cas d'un foyer.

Nous voyons que ces divers théorèmes fournissent une classification de points singuliers et nous donnent en outre, dans chaque cas (sauf pour le cas d'un col), des résultats relatifs aux intégrales passant par le point singulier. Sauf dans le cas d'un col (où il y a doute) et dans le cas d'un centre (où il n'y a que $n+1$ intégrales), il y a toujours une infinité d'intégrales passant par le point singulier.

LE CLASSEMENT MORAL DES DÉTENUS

ET SES CONSÉQUENCES PRATIQUES[1]

Par M. CUCHE,

Professeur à la Faculté de Droit.

La nécessité d'un classement moral des condamnés suppose évidemment l'application de la détention en commun. Il importe, avec ce système d'emprisonnement, de ne réunir dans les mêmes ateliers, les mêmes dortoirs, les mêmes préaux et les mêmes réfectoires, que des individus appartenant, si l'on peut ainsi dire, à la même catégorie morale. D'une part, on évite ainsi la corruption des moins mauvais par les pires ; il est d'expérience, en effet, que la règle du silence n'est jamais intégralement observée : il y a bien des façons d'y porter atteinte, et il est pratiquement impossible de s'opposer à toute communication entre des détenus subissant leur peine en commun. D'autre part, si l'on réussit à répartir en groupes homogènes les condamnés de même condition morale, on peut songer à instituer pour chaque groupe un régime pénitentiaire spécialement approprié à la catégorie d'individus qui le composent. Le classement moral favorise l'individualisation de la peine ; il procure un avantage, en même temps qu'il évite un inconvénient.

[1] La présente étude sera présentée, sous forme de rapport, au *VII[e] Congrès pénitentiaire international*, qui se tiendra à Buda-Pesth dans le second semestre de l'année 1905.

Il n'est pas douteux que ce double résultat serait plus facilement et plus sûrement obtenu au moyen de l'emprisonnement cellulaire de jour et de nuit, mais, dans l'ensemble des nations civilisées, ce mode d'emprisonnement, tout en se répandant davantage de jour en jour, est encore le moins usité. Plusieurs États qui l'ont adopté théoriquement n'ont pu, par suite d'obstacles financiers, l'organiser pratiquement dans la mesure où ils ont décidé de l'employer. D'autres l'écartent pour les peines de longue durée, craignant les effets déprimants de la cellule prolongée; parmi ces États, il en est qui soumettent cependant le condamné à une peine longue à un stage d'isolement préliminaire. D'autres, enfin, ont établi leur préférence en faveur du système Auburnien et de la séparation nocturne seulement; dans ces États, le classement moral des condamnés conserve toute son utilité.

La question soumise au Congrès[1] présente donc, malgré les progrès du régime cellulaire, une importance pratique considérable.

Par la façon même dont elle est posée, il paraît bien sous-entendu qu'il s'agit d'opérer le classement moral *à priori* et non *à posteriori*. S'il était question, en effet, d'un classement après coup, la réponse serait bien simple et même naïve à force d'être simple. Il n'y aurait pas plusieurs moyens d'effectuer ce classement, mais un seul : l'observation, l'étude attentive des détenus pendant les premiers temps de leur séjour en prison. Cette étude, faite par un personnel dévoué et compétent, est assurément le procédé le moins faillible pour aboutir à la répartition ultérieure des détenus en diverses catégories, d'après l'étiage de leur moralité. J'en conclus que, dans les pays qui ont adopté le système progressif et qui, par conséquent, peuvent utiliser comme stage d'observation la période d'internement cellulaire de jour et de nuit, imposée au condamné au début de sa peine, il n'y a guère à se préoccuper que d'avoir de bons observateurs, dont les indications permettront le classement moral des détenus, lorsque le moment sera venu de les réunir pour les travaux en commun. J'en tire encore cette conclusion plus générale que, dans tous les cas où l'on sera contraint de faire la classification morale *à priori,* il faudra

---

[1] La première question soumise au Congrès, et que ce rapport a pour objet de résoudre, est ainsi libellée : *Quels sont les meilleurs moyens d'opérer un classement moral des condamnés détenus et quelles peuvent être les conséquences de ce classement ?*

considérer comme des éléments très précieux de décision les renseignements fournis sur les détenus par les personnes qui ont eu l'occasion de les étudier avant leur condamnation, par exemple : les juges d'instruction, les membres du Parquet, les gardiens qui les ont surveillés pendant leur prévention. Dans un rapport présenté au Ve Congrès pénitentiaire international (Paris, 1895), M. Veillier, mort récemment directeur de la prison de Fresnes, affirmait qu'avec les notices individuelles annexées par le Parquet aux extraits judiciaires, il était possible pour les directeurs des maisons centrales, en France, de « faire un classement convenable dès l'arrivée[1] ».

En dehors de ces renseignements sur l'existence antérieure du condamné, sur sa famille, son milieu, son instruction, sur son attitude à l'instruction et à l'audience, sur les circonstances particulières de l'infraction pour laquelle il a été poursuivi, à quel autre criterium de classification morale *à priori* pourrait-on bien songer?

Jugera-t-on les gens sur la mine? La proposition qui paraît plaisante est cependant susceptible d'être entendue scientifiquement et mérite qu'on s'y arrête. La science de l'anthropologie criminelle est-elle en mesure de nous fournir les diverses catégories de notre classification?

Il ne s'agit pas ici de traiter en criminels des gens qui n'ont pas commis de crime, mais que leurs anomalies organiques ou fonctionnelles désignent comme des criminels en puissance. Nous n'avons pas à dresser une liste de suspects. Nous sommes en présence d'individus frappés d'une condamnation et dont la prédisposition au crime s'est révélée avec évidence. Est-il possible, d'après les caractères anthropologiques de cette prédisposition, d'établir entre les détenus une classification utilisable au point de vue pénitentiaire? La question est double : elle porte d'abord sur la possibilité d'une classification, ensuite sur les conséquences pratiques de cette classification.

Qu'une classification anthropologique des criminels soit possible, on n'en saurait douter en constatant que chaque anthropologiste nous apporte la sienne[2]. M. Ferri prétend, il est vrai, qu'entre ces diverses

---

[1] Rapports de la deuxième section du Congrès pénitentiaire de Paris (1895), p. 438.

[2] Ferri, *Sociolog. crim.*, 4e édit., p. 250 et suiv.

classifications il n'y a pas de différences de fond, mais seulement de forme. Peut-être conviendrait-il cependant, avant de se lancer dans la voie des réformes, de se mettre un peu d'accord sur le point de départ et d'avoir quelque idée nette et généralement acceptée de l'état de choses nouveau que l'on veut substituer à l'ancien.

Mais, ce qui est beaucoup plus grave, c'est que les auteurs de toutes ces classifications se montrent d'une concision désespérante, quand il s'agit de décrire le traitement répressif approprié à chaque variété anthropologique de criminels. Ils proposent ordinairement une peine éliminatoire perpétuelle, ou d'une durée indéterminée, pour les criminels nés, sans introduire de différenciation notable dans le régime de cette peine, suivant qu'elle est appliquée à des assassins, des violents, des cupides, des érotomanes, des cleptomanes, des pyromanes, etc. Le même sort paraît réservé aux délinquants d'habitude. Quant aux délinquants d'occasion — ce terme semble être synonyme de délinquants primaires — on les soumet à une sélection dont l'opportunité ne fait de doute pour personne, mais que les anthropologistes n'ont certes pas inventée, je veux parler de la sélection par âge [1]. Les adolescents ou jeunes gens sont séparés des adultes et employés à des travaux *all' aperto* dans des colonies agricoles ; les adultes doivent être astreints à la réparation du préjudice causé par l'infraction : c'est la peine normale des délinquants d'occasion, la peine de l'avenir, d'après les plus illustres représentants de l'école d'anthropologie criminelle [2], qui se sont d'ailleurs fort peu préoccupés des moyens de l'organiser pratiquement et efficacement, sans la transformer en une de ces peines privatives de liberté qu'elle a pour but de remplacer.

Il serait cependant exagéré de terminer par un procès-verbal de carence cet inventaire des ressources que l'anthropologie criminelle peut offrir pour la classification morale des détenus. D'abord, les connaissances anthropologiques seront d'une très grande utilité pour faire le discernement des individus atteints d'anomalies tellement graves qu'il est préférable de les diriger immédiatement sur un

---

[1] Ferri, *Sociolog. crim.*, 4e édit., p. 904.

[2] Ferri, *Sociolog. crim.*, 4e édit., p. 917. Garofalo, *Criminolog.*, 3e édit., p. 422.

asile d'aliénés criminels, sans les mettre à l'épreuve du régime de la prison. D'autre part, le diagnostic anthropologique sera également précieux pour opérer la sélection des pires dont il sera parlé plus bas [1].

Telle est la mesure, assez restreinte, dans laquelle l'étude physique des détenus pourra contribuer à leur classification morale.

Et maintenant, quels autres éléments possédons-nous encore pour faire cette classification — toujours dans les mêmes conditions, — c'est-à-dire *à priori* et dès l'arrivée?

Je n'en vois plus que deux auxquels on puisse songer, l'âge et les antécédents judiciaires.

Nous nous engageons ici sur un terrain depuis longtemps battu, et je n'ai pas d'autre prétention que d'empêcher l'herbe d'y pousser et d'évoquer le souvenir des conclusions fort nettes auxquelles ont abouti sur ce point les rapports et la discussion de la septième question de la deuxième section du Congrès pénitentiaire de Paris (1895). Si l'on veut éviter de piétiner sur place, et surtout si l'on a le souci de ne pas recommencer inutilement et parfois avec moins de bonheur une tâche que d'autres ont déjà accomplie, il faut prendre son point de départ dans les travaux des Congrès antérieurs. Cette pratique, dont l'utilité est évidente, n'est pas aussi rigoureusement observée qu'elle devrait l'être.

La question soumise au Congrès de Paris était ainsi formulée : *Dans l'intérêt de la discipline générale et de l'amendement des condamnés, vaut-il mieux faire la sélection des meilleurs ou des pires ?* Bien que cette rédaction fut différente de celle de la question qui figure au programme du Congrès de Buda-Pesth, le champ ouvert à la discussion était absolument le même. On s'est demandé, il y a dix ans, comme aujourd'hui, quels étaient les meilleurs procédés de sélection et quelles seraient les conséquences pratiques de cette sélection. Or, si l'on se réfère, non pas à la discussion en assemblée géné-

---

[1] L'utilisation possible des facteurs anthropologiques à la classification morale des détenus a fait l'objet de quelques articles de MM. Altamura, Barone et Forni dans la *Rivista di discipline carcerarie*. Leur conclusion est encore moins favorable que la nôtre à cette utilisation. *Rivist. di discipl. carcer.*, novembre 1903, janvier et mai 1904.

rale qui a été écourtée à l'excès par suite du défaut de temps, mais aux rapports et aux travaux de la deuxième section, on constate immédiatement l'accord de tous les praticiens sur la nécessité de classer les détenus dès leur arrivée, en raison de leur âge et de leurs antécédents judiciaires. Le premier postulat de la science pénitentiaire, lorsque la détention en commun s'impose, c'est de séparer le jeune homme du vieillard et le récidiviste de l'homme tombé pour la première fois. Il est extrêmement désirable que ces deux sélections fonctionnent en même temps ; rien n'est plus facile que de les combiner. Toutefois, si des impossibilités matérielles ou des raisons financières ne permettaient pas de les opérer toutes les deux, il en est une à laquelle il ne faudrait jamais renoncer, tous les avis sont unanimes sur ce point, c'est la sélection des individus condamnés pour la première fois ou dont les antécédents judiciaires ne présentent aucune gravité [1].

On constitue ainsi une catégorie de condamnés présumés amendables, qui représente l'élite de la population détenue. L'idée vient alors très naturellement d'isoler, par une sélection en sens inverse, ceux qui sont le plus pervertis, véritable déchet humain, foyer d'indiscipline et de corruption. Cette sélection est en effet indispensable ; c'est un point également hors de discussion ; c'est même le seul sur lequel se soit prononcé, en assemblée générale, le Congrès de Paris, qui a voté à l'unanimité la conclusion suivante : *Il y a lieu d'abord de faire la sélection des pires.*

Mais il faut s'entendre sur ce mot « *d'abord* ». La sélection des pires ne peut se faire en effet qu'après coup. Ce n'est pas une classification *à priori*, dans laquelle on puisse faire rentrer tel ou tel détenu dès son arrivée. Je rappelle ici un passage des conclusions du rapport de M. Veillier cité plus haut.

« Les condamnés présumés insubordonnés (les pires) ne peuvent *à priori* faire l'objet d'aucune sélection rationnelle. Leur attitude seule permettra de les placer dans le quartier des pires. »

Il sera très utile, comme je l'ai déjà fait observer, de corroborer

---

[1] Pour faire cette appréciation, les directeurs de prison utiliseront les notices individuelles dont il a été parlé plus haut.

les indications fournies par l'*attitude* des détenus, par l'examen de leurs anomalies organiques et fonctionnelles.

Nous sommes maintenant en mesure de fournir une réponse à la première partie de notre question, relative aux moyens de classement moral.

Les moyens les moins imparfaits d'opérer un classement moral *à priori* sont l'âge et les antécédents judiciaires. Ces moyens aboutissent à une sélection des meilleurs,

La sélection des pires est au moins aussi nécessaire : mais il n'existe pour l'opérer qu'un moyen de classement *à posteriori* : l'étude et l'observation des détenus.

Abordons alors la seconde partie de la question et recherchons les conséquences pratiques de ce classement.

Nous nous trouvons ici encore en présence de solutions unanimement et depuis longtemps acceptées, au moins dans leurs grandes lignes, sinon dans les détails de leur application.

Les conséquences pratiques du classement doivent être la séparation des différentes catégories de détenus et l'institution d'un régime spécial pour chaque catégorie.

Le nombre des catégories sera plus ou moins considérable, suivant que l'on voudra assurer une satisfaction plus ou moins complète à la sélection par âge et par antécédents judiciaires. Il sera au minimum de trois et au maximum de cinq.

M. Veillier se contente de trois catégories, ainsi que la majorité des praticiens :

1° Les condamnés sans antécédents, ou du moins sans antécédents graves ;

2° Les condamnés ayant des antécédents, êtres vicieux, corrompus, mais cependant soumis et respectueux de la discipline. C'est la catégorie la plus nombreuse ;

3° Les pires, ceux qui cherchent à propager leur corruption et leur esprit de révolte.

On obtiendrait cinq catégories en introduisant une subdivision par âge dans les deux premières. Les avis sont partagés sur l'âge qui doit servir de limite : les uns proposent vingt et un, les autres vingt-cinq ans. Cette subdivision par âge me paraît tout particulièrement désirable dans la première catégorie.

Comment maintenant opérera-t-on la séparation des catégories? Faut-il affecter à chacune d'elles un établissement pénitentiaire spécial, ou ne peut-on se contenter de quartiers séparés dans le même établissement? Cette question n'a jamais soulevé de difficultés, en ce qui concerne la deuxième et la troisième catégorie, visées plus haut : les récidivistes et les pires. Ils peuvent être internés dans la même maison, dont un quartier sera réservé aux pires. Il importe, d'une part, d'éviter des frais de transfèrement; d'autre part, de punir le mauvais exemple dans la maison même où il est donné. C'est une ressource permanente d'intimidation pour les détenus des autres quartiers, que l'on peut menacer efficacement d'un passage immédiat dans le quartier des pires.

Des raisons, soit identiques, soit analogues, militent en faveur de la simple séparation par quartier des détenus de la première catégorie; les amendables. Cependant la création d'une maison qui leur serait exclusivement affectée est assez sérieusement défendue. Cette solution a même été mise en application en France, en 1883, à la prison de Melun, où, pendant trois ans, on n'a transféré que des détenus sans antécédents judiciaires. Cette pratique s'est heurtée à un inconvénient assez grave, qui l'a fait abandonner. Les détenus de cette catégorie sont ceux qui reçoivent le plus fréquemment les visites de leurs familles. Ces visites doivent être encouragées; on a remarqué qu'elles ont sur le détenu, au moins généralement, une action réconfortante et moralisatrice. Or, en réunissant tous les amendables dans une seule maison, on éloignait la plupart d'entre eux de leurs parents et on les privait de ces visites salutaires.

On s'en tient donc dans notre pays à l'usage des quartiers séparés pour les détenus les meilleurs. Ils portent le nom de quartier d'amendement. Leur organisation remonte à une circulaire de 1865 [1]. Plusieurs des quartiers qui furent alors établis ont disparu depuis, probablement à raison de l'insuffisance de leur effectif, qui ne permettait pas une bonne organisation du travail. Ceux qui subsistent donnent de bons résultats [2] : le système Auburnien y est appliqué.

---

[1] *Revue pénitentiaire*, 1895, p. 327.

[2] *Revue pénitentiaire*, 1895, p. 274 et suiv.

Quant au régime approprié à chaque catégorie de détenus, il est difficile d'en faire une réglementation détaillée et précise. Il faut évidemment que ce régime augmente de sévérité, quand on passe des amendables aux récidivistes et des récidivistes aux pires. Or, il y a mille façons de rendre un régime plus sévère par la privation de certaines douceurs ou l'introduction de certaines duretés. Quelques modifications dans la nourriture, l'usage de la cantine, le couchage, le vêtement, la nature du travail et sa rétribution suffisent pour faire varier la sévérité du régime d'une façon très appréciable. J'ajoute qu'il ne faudra pas seulement s'attacher à faire aux détenus des quartiers d'amendement un sort matériellement plus doux, mais se préoccuper aussi d'exercer sur eux une influence moralisatrice, par des enseignements, des conférences, des entretiens particuliers. Le temps que l'on emploiera ainsi devra souvent être pris sur les heures de travail ; c'est un inconvénient dont la gravité pourra être considérablement atténuée, si l'on réserve aux amendables les travaux les plus lucratifs, en leur accordant, en outre, sur les produits de ces travaux, à titre de pécule, une quote-part plus élevée qu'aux détenus des autres catégories.

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA FEUILLE DE LARCHE

DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE [1]

Par M. W. KILIAN,

Professeur à la Faculté des Sciences.

INTRODUCTION

La partie française de la feuille de Larche est coupée, du N. O. au S. E., par trois zones tectoniques qui y déterminent autant de régions distinctes :

a. Au N. E., un pays de « Schistes lustrés » et de « Pietre verdi » contrastant vivement avec les régions voisines, et appartenant à la « zone du Piémont », région de hautes croupes en partie boisées, de bassins de réception gazonnés, avec quelques cimes rocheuses plus hardies formées de Gabbros, de Serpentines et de roches voisines. A cette région appartiennent la haute vallée du Guil, les vallées de Fontgillarde et de Saint-Véran, la zone des cols de la Traversette, de Valante, Agnel, etc.

---

[1] La Feuille de Larche de la Carte géologique détaillée de la France au 80.000ᵉ, publiée en 1904 par le Ministère des Travaux publics, a pour auteurs MM. Kilian, Haug et Zürcher.

b. Plus au Sud, des chaînes de composition plus complexe d'un aspect ruiniforme et dénudé, riches en talus d'éboulis, qui leur forment une ceinture de désolation, se montrent constituées par les assises variées et énergiquement plissées du Permien, du Trias, du Jurassique et de l'Éogène, avec quelques traînées d'Andésites. Ces chaînes, dont les axes de plissement sont dirigés N. O.-S. E. avec une déviation en baïonnette, représentent la continuation, vers le S. O., de la zone axiale du Briançonnais dont elles ont la structure en éventail complexe ; elles passent, entre le col Mary et le col de Larche, sur le territoire italien.

c. Au S. O. (vallées de l'Ubayette, de Granges-Communes et de Restefond), une zone où dominent les dépôts éogènes (Flysch), remarquable par la présence, au Sud, d'une *ligne* importante *de contact anormal* et par quelques pointements de **calcaires mésozoïques laminés** (col au Sud de l'Enclausette, les Sagnes, etc.).

d. Au S. O. de la ligne de discontinuité qui marque le bord de la masse éogène charriée, se montrent des terrains non charriés ; c'est ainsi que dans le vallon de Restefond, apparaissent les assises plissées du substratum « autochtone » ; le Trias et le Jurassique, à facies dauphinois, les « terres noires » des environs de Barcelonnette, et, vers le col de la Cavale, des couches également en place, dépendant de la bordure du massif cristallin du Mercantour.

La vallée transversale de l'Ubaye traverse *en cluse* les régions *a* et *b* ; celle de l'Ubayette, parallèle aux plis, est tout entière dans les assises éogènes de la bande *c*.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES ET DES ROCHES ÉRUPTIVES

I. — DÉPOTS PLÉISTOCÈNES ET RÉCENTS.

A Les **éboulis sur les pentes** (Δ) sont partout très développés, surtout dans la partie médiane de la feuille (massifs du Chambeyron et de Font-Sancte) et sur les flancs de la vallée de l'Ubaye, entre Maurin et Serenne. Ils encombrent les hauts vallons (vallon Claus.

etc.) et leur donnent un aspect particulièrement désolé. Ils sont cimentés en **brèches des pentes** (A^{br}) en plusieurs points, sur les versants exposés au Midi.

A^{t} Des dépôts de **tufs calcaires** de formation récente sont fréquents dans la région des Schistes lustrés (vallée de Fontgillarde; il en existe près du Lauzanier (pied de l'Enclausette).

A^{gl} Les éboulis se mêlent fréquemment, dans les hauts vallons, aux *dépôts morainiques locaux*, dont ils ne peuvent souvent être distingués.

a^{2} Les **Alluvions modernes** sont torrentielles dans les vallées, où elles occupent des étendues restreintes. Dans quelques dépressions élevées (Lauzanier), on remarque des **dépôts tourbeux** (𝔗).

Aa^{r} De beaux et vastes **cônes de déjections,** tels que ceux de Ceillac et de Meironnes, portent des villages ; l'un d'eux, en voie d'accroissement progressif, a partiellement comblé le lac Paroird.

a^{1gl} Les **dépôts glaciaires,** tous relativement récents et occupant le fond des vallées, sont abondants et attribuables au stade le plus récent de la dernière glaciation (stade de Gschnitz de M. Penck).

Dans la vallée de l'Ubayette et près du Lauzanier, on remarque des **Moraines topographiques** bien conservées qui appartiennent à ce même stade ; elles ont été indiquées sur la carte par un figuré spécial *(trait bleu)*.

II. — TERRAINS DE LA ZONE DU PIÉMONT.

lt Les **Schistes lustrés** (Calcschistes) présentent le même type que sur la feuille Aiguilles ; ils sont constitués surtout par de la calcite associée à du quartz et à des matières charbonneuses : leur couleur est grisâtre ou noirâtre, parfois brunâtre, leur aspect à la fois fibreux et lustré ; on y trouve accessoirement des minéraux variés (muscovite, séricite, ilménite, rutile, orthose, albite, etc.) ; des bancs de calcaire cristallin noirâtre s'y intercalent fréquemment ; des marbres zonés et phylliteux se rencontrent vers la base. Ces schistes, dans lesquels M. Franchi a rencontré des *Bélemnites*, et qui passent par la base, dans les chaînes du versant italien, à des calcaires à fossiles triasiques, sont certainement, pour leur plus grande partie, liasiques ; peut-être représentent-ils aussi des assises plus élevées ; c'est le

cas surtout pour leur division supérieure peu distincte et peu développée sur cette feuille et qui possède (au Gondran, près Briançon) des caractères voisins de certains « *Flyschs* » éogènes.

ltθ Des schistes verdâtres, micacés, gneissiformes ou amphiboliques, dérivant des Gabbros, alternent (Roche Taillante, l'Aiguillette) avec des marbres cristallins gris brunâtres ou noirâtres, d'apparence satinée et parfois phylliteux, semblables à ceux qui accompagnent parfois les schistes lustrés, on a désigné par (**ltθ**) cet ensemble formé de bancs alternants de calcaires et de schistes cristallophylliens qui paraît résulter du laminage d'assises mésozoïques ayant probablement subi des intrusions éruptives basiques. (Environs de la Mine de Saint-Véran, etc.)

t^3 **Cargneules du Trias supérieur,** séparant fréquemment les calcaires triasiques des Schistes lustrés (col Tronchet, etc.) et formant une assise peu épaisse (2 à 10 mètres).

t_{I} Les **calcaires gris** à Gyroporelles ne sont développés que dans la partie occidentale de la zone (Péou Roc, etc.); ils font défaut au col du Longet.

t_{II} Calcaires siliceux jaunâtres et phylliteux, supportant la série des Schistes lustrés aux environs du col de Longet et à l'Hubac du Longet.

rx Au col du Longet, des quartzites phylliteux, des quartzites à mica blanc et glaucophane, passant à des micaschistes à sismondine et à des « pseudogneiss », et supportant *en concordance* les calcaires phylliteux du Trias (t_{II}), paraissent correspondre à la fois aux quartzites (t_{III}) et au Permo-carbonifère dont ils représenteraient un facies cristallophyllien. Ils rappellent très vivement les formations analogues de la vallée du Pellice (voir feuille Aiguilles), également inférieures aux Schistes lustrés et certainement plus récentes que l'Archéen. Ces schistes cristallins contiennent : chlorite, glaucophane, oligiste, microcline, apatite, ilménite, rutile ; on y remarque des traces de structure détritique très nette (d'après M. Termier).

De nombreuses masses de **roches éruptives basiques,** connues sous le nom collectif de « Pietre verdi », sont intercalées le long des zones anticlinales dans les Schistes lustrés, au milieu desquels elles

forment des sortes d'amandes ou de laccolithes laminés dont le massif du Viso est le plus remarquable exemple. Ces barres rocheuses sont alignées N. N. O.-S. S. E. dans le Haut-Guil.

Les **Gabbros** (θ) sont très développés et gneissiformes au col de la Traversette et dans le voisinage du Viso (Punta-Gastaldi, Visoulet); ils se montrent traversés par des filonnets d'albite et d'épidote, de zoïsite, anorthite, prehnite. Les types euphotides, variolites, diabases, ophites, passant à des micaschistes à épidote, à zoïsite, à sphène, chlorite, séricite, orthose et quartz, et à des types gneissiformes et schisteux variés, zoïsitites, gastaldites, épidotites, prasinites, amphibolites, glaucophanites, schistes à actinote, schistes septentineux, micaschistes à gastaldite, schistes chloriteux, gneiss ovarditiques, schistes lawsonitiques, sont surtout développés sur territoire italien où ils ont fait l'objet d'études nombreuses.

σ Des **Serpentines**, résultant de l'altération des roches précédentes, forment dans les Schistes lustrés de nombreuses masses dont certaines, criblées de filonnets de calcite, véritables ophicalces, sont exploitées comme marbres à Maurin, Saint-Véran, etc. On y rencontre fréquemment de l'amiante, de la chrysotile, etc.

σθ Dans beaucoup de cas, la transformation des roches basiques en serpentine n'est qu'incomplète; il en résulte une série de types intermédiaires représentant notamment divers degrés d'altération des gabbros, des schistes serpentineux, etc. (Combe Brémond).

L'alternance de Schistes lustrés inférieurs, de marbres calcaires et de schistes cristallins ou serpentineux dérivant des Gabbros est facile à observer dans les points suivants :

1. Flanc ouest de la montagne de Taillante, au Nord du lac Egourgeou, ou des lits de micaschistes et de gabbros alternent à plusieurs reprises, lit par lit, avec des Schistes lustrés et des dalles calcaires ;

2. Non loin du col de Valante, à droite du vallon, à environ 800 mètres en aval de la source du Guil ;

3. Près de l'Alpe de Médille (en montant de l'Échalp vers cette localité) où des marbres cristallins sont coupés de bancs de gabbros laminés; près du col Vieux, de petits affleurements de serpentine se montrent au milieu de Schistes lustrés. D'innombrables pointements

serpentineux ou gabbroïques, généralement en relations avec les portions calcaires (marbreuses) des Schistes lustrés, se montrent encore aux environs du col Agnel et dans la vallée de Fontgillarde, sur le flanc S. E. de cette vallée ; sur son flanc N. O., ils sont plus rares ; leur allure est celle d'« amandes » interstratifiées dans les schistes.

Des **Gîtes métallifères cuivreux** (Erubescite, Chalkopyrite) s'observent au contact des Schistes lustrés et des roches vertes ; l'un d'eux a fait et fait encore l'objet d'une exploitation près de Saint-Véran.

III. — TERRAINS DE LA ZONE DU BRIANÇONNAIS.

m_{II-III} Les **Grès d'Annot,** grisâtres, calcaréo-siliceux, prenant une teinte d'un brun rose par altération, contiennent, près du Lauzanier, des **Conglomérats à galets granitiques** (granites du Mercantour) ; ils constituent un facies spécial localisé au sommet de l'éogène (oligocène ?) dans la région ouest, mais qui semble descendre plus bas dans le voisinage du Mercantour.

e^{3c} Un **Flysch noir** argilo-schisteux (col de Mirandol) forme une masse épaisse et homogène qui correspond probablement à une partie de l'Éocène supérieur et supporte les grès d'Annot dans les environs de Saint-Paul.

e^{3b} Le **Flysch** *à Helminthoïdes,* formé de calcaires gréseux alternant avec des schistes ardoisiers bleuâtres et des plaquettes calcaires à *Helminthoidea labyrinthica* et *Chondrites Targionii*, présente une grande épaisseur, notamment dans la vallée de l'Ubayette. On y voit des **schistes rouges et verts (Sv)** papyracés, formant des intercalations vers la partie supérieure, notamment dans la chaîne frontière de l'Enclausette.

e^{2-3} Des schistes très calcaires et des calcaires schisteux en plaquettes d'un gris jaunâtre (200 mètres, col de la Gippiera), très laminés et en partie subcristallins, constituent, dans cette région, la base de la série tertiaire.

e^{3} On a réuni pour une même teinte, dans certains synclinaux, des schistes calcaires, des couches argilo-schisteuses noirâtres, des marnes bariolées papyracées et quelques bancs gréseux qui représentent les diverses assises de l'Éocène.

EJ On a distingué par une teinte spéciale des schistes luisants et des calcaires et schistes marbreux en plaquettes à Foraminifères (*Globigerina, Pulvinulina*, etc.) qui séparent fréquemment les schistes (e^{2-3}) des calcaires du Jurassique supérieur, et dont l'âge précis n'est point encore définitivement établi.

J^{8-6} Le **Jurassique supérieur** débute fréquemment par une brèche à ciment rougeâtre ; il comprend des marbres roses ou verdâtres amygdalaires (marbres de Guillestre), passant à de gros bancs (10-12 mètres) de calcaires cristallins blancs, verdâtres, noirâtres ou violacés (corniche supérieure du Brec de Chambeyron), à des calcaires bleuâtres siliceux à patine jaune et à des schistes rouges ou verdâtres (Aiguilles de Chambeyron). Cette assise, facilement reconnaissable, est très constante dans la région. Elle passe également à des plaquettes marbreuses à Globigérines (visibles au microscope). On y trouve des Bélemnites plates (*Duvalia*), des Ammonites indéterminables et l'*Aptychus punctatus* Voltz.

Au Sud de l'Argentera, sur territoire italien, il existe des calcaires zoogènes (*Ellipsactinia*, etc.) contenant une riche faune décrite par M. Portis et représentant un facies récifal du Jurassique supérieur. Ces calcaires affleurent le long d'une ligne de contact anormal, sur le bord sud d'une masse de Flysch charrié. Les pointements calcaires des Sagnes, du pied de l'Enclausette, etc., appartiennent également au Malm.

Jm Le **Dogger** à facies briançonnais est représenté par une assise de calcaires noirs, riche en débris de Bivalves et d'Échinodermes et renfermant des Foraminifères du groupe des Orbitolines ainsi que de nombreux fragments à structure organisée.

On y a rencontré : *Aptychus* sp., *Alectryonia costata* Sow. sp. (abondante et caractéristique), *Ceromya* sp., *Mytilus* sp., *Rhynchonella* aff. *concinna* Sow., *Cidaris Koechlini* Cott. (Lac des Neuf-Couleurs près Serenne, source du Rioubel, N. E. de Fouillouse), c'est-à-dire une faune néritique, nettement bathonienne.

1 Le Lias à facies briançonnais comprend de gros bancs de brèche calcaire **(brèche du Télégraphe)** (Tête de Sautron, Rocca Blancia, N. E. de Fouillouse, etc., etc.), ainsi que des calcaires noirs à débris de Pélécypodes et Bélemnites (Ouest de la Tête-de-Villadel, vallon de Rouchouze), très caractéristiques.

Jl_V L'échelle réduite de la carte n'a pas permis en beaucoup de cas de distinguer, dans les synclinaux étroits, le Lias, le Dogger et le Malm à facies briançonnais qui ont, alors, été représentés par une teinte compréhensive unique.

t^3 Des **gypses** et, plus souvent, des **cargneules,** forment un niveau assez constant au sommet du Trias ; leur épaisseur est peu considérable.

t_{II} **Calcaires gris** cendré, siliceux, ruiniformes à *Encrinus liliiformis* (Péou Roc) et *Diplopores*, parsemés souvent de mouchetures siliceuses blanches, parfois bréchoïdes ou d'un aspect moiré, à structure finement mais entièrement cristalline. Ils forment de grands massifs (Font-Sancte, etc.) aux vastes talus d'éboulis et donnent à la contrée un caractère très particulier. M. Franchi y a distingué plusieurs subdivisions dans la région italienne.

$t_I^{3g} t_I^3$ Des **gypses** puissants envahissent, au Nord de Ceillac, une bonne portion du Trias et représentent en partie un facies latéral des calcaires t_I.

t_{II}^c **Cargneules inférieures** séparant *(Testa di Cialancion)* la masse des calcaires t_I des quartzites sous-jacents ; elles sont fréquemment accompagnées de **schistes siliceux** qui les remplacent parfois.

t_{III} Les **quartzites** du Trias inférieur ont leur type habituel, saccharoïde, d'un blanc jaunâtre, avec parties verdâtres, grisâtres, rosées, etc., leur épaisseur dépasse parfois 100 mètres.

t_{III-IV} A la base, les quartzites passent à des **poudingues sursiliceux** à petits galets de quartz rose et verdâtre semblables à ceux de Moutiers-en-Tarentaise, du Veyer (Queyras), des environs de Briançon, et qui paraissent représenter l'extrême base du Trias.

t_{IV}^2 Des **conglomérats à galets de quartz,** associés à des schistes lie-de-vin et verdâtres et des grès violacés rappelant le **verrucano** (sernifite) du canton de Glaris, affleurent à la Blachère (Haute-Ubaye) et dans le vallon d'Oronaye.

α Des roches éruptives microlithiques laminées et décomposées (porphyrites des auteurs), pouvant être rapportées à des **Andésites** et à des **Dacites** (d'après M. Termier) forment dans quelques anticlinaux, au-dessous ou dans la portion inférieure du Trias, de puissantes intercalations schisteuses. C'est ainsi que les porphyrites

angitiques à lawsonite verdâtres ou violacées, formant une bande près du col de Marinet, et que les porphyrites décomposées (porphyres) du vallon d'Oronaye se continuent sur territoire italien.

IV. — TERRAINS DE LA ZONE A FACIES DAUPHINOIS.

(Portion S. O. de la feuille et de la bordure du Mercantour.)

m_{II-III} **Grès d'Annot** (voir plus haut), à conglomérats granitiques.

e^{2-3} Au Lauzanier, ce sont des **schistes** papyracés et des **calcaires** gris à *petites Nummulites* qui reposent sur le substratum mésozoïque. On peut les suivre en Italie vers Bersezio.

c^{8-6} Au Lauzanier, près du col de la Cavale, des calcaires gris siliceux, finement cristallins, mouchetés de silice, ont fourni des Spongiaires ; on a trouvé dans les mêmes bancs, sur territoire italien, des *Hippurites (Hipp. Moulinsi* d'Homb. Firm.) du **Santonien.** Ils appartiennent probablement à la même formation que les calcaires analogues à *Actéonelles* du col Del Mulo (Italie).

J^2 Puissante série de schistes noirs calcaréo-marneux continuant, au S. O. de la feuille, les « **Terres noires** » des environs de Barcelonnette (voir feuilles Gap et Digne), où elles représentent le Bathonien supérieur, le Callovien et l'Oxfordien. Ils se développent aux environs de Jausiers et de la Chalanette ainsi qu'au débouché du vallon de Granges-Communes.

J_{II-IV} Calcaires marneux noirs, contenant, sur la feuille de Gap, des ammonites (*Morphoceras* sp., *Lytoceras tripartitum* Rasp., etc.) du **Jurassique moyen.**

l^{4-3b} La division supérieure schisteuse et la division inférieure (Lias calcaire) (l^{2-3a}) du **Lias à facies dauphinois** ne sont représentées que dans la région située au Sud de Jausiers ; elles y présentent des caractères identiques à ceux qu'elles ont sur les feuilles Gap et Digne.

l_1 Le **Rhétien** se présente dans le vallon de Terres-Pleines sous la forme de petits bancs calcaires noirs jaunissant à l'air avec *Avicula contorta* Portl. et de nombreux petits Bivalves et Gastropodes formant une lumachelle grise à *Ostrea sublamellosa* Dunk.

t^3 **Gypses, cargneules et argilolithes** verts ou lie-de-vin du Trias supérieur, formant deux bandes anticlinales entre les vallons de Terres-Pleines et de Restefond.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION ET TECTONIQUE

a. *Région N. E. ou de la zone du Piémont.* — Un Permo-carbonifère métamorphique (cristallophyllien) au col du Longet, supporte, en concordance, un Trias, tantôt assez réduit en épaisseur et calcaréophylliteux, tantôt (sur les confins de la zone suivante) assez puissant et calcaire, que surmonte la puissante série des « Schistes lustrés », « facies compréhensif » correspondant surtout au Lias, mais dont la limite supérieure n'est pas connue. Ces schistes correspondent à un dépôt de géosynclinal ayant subi des actions métamorphiques ; ils présentent de nombreuses intercalations amygdalaires de roches cristallines basiques (gabbros, euphotites, diabases) et de micaschistes, amphibolites, prasinites, etc., en dérivant. Ces roches sont partiellement transformées en serpentine. Leur âge est au moins mésozoïque et *antérieur au Flysch éogène* où plusieurs d'entre elles se sont rencontrées en galets dans le Briançonnais. Cet ensemble est uniformément plissé en plis isoclinaux déversés vers le N. E. par les mouvements ultimes de la période néogène (plissements alpins).

b. *Région médiane ou de la zone du Briançonnais.* — La série des dépôts est concordante du Permien au Jurassique supérieur avec niveaux de conglomérats (verrucano) et de quartzites dans le Permien et le Trias inférieur, cargneules et gypses dans le Trias, brèches dans le Lias et le Jurassique supérieur. Le facies « Schistes lustrés » apparaît déjà localement (Maurin) dans cette zone au-dessus des calcaires triasiques, attestant ainsi sa liaison avec ceux du Piémont et *empêchant d'y voir une nappe de charriage indépendante.* — Traces de transgression à la base du Malm. — Présence du Crétacé douteuse. — Série éogène d'abord calcaréo-schisteuse se terminant par des assises argileuses et gréseuses. — Intercalations de roches éruptives microlithiques (andésites ?) à la base du Trias. — Continuant vers le S. E., la zone axiale du Briançonnais, cet ensemble, énergiquement plissé, forme un faisceau N. O.-S. E. puis s'infléchit vers

le S. S. E. à partir du massif de Chambeyron ; ce faisceau comprend des plis orientaux déversés vers le N. E. et l'Est, puis une zone de plis droits et serrés (La Saume, Panestrel, Aiguille de Chambeyron, Rocca-Blancia, Tête de Sautron, Tête de Moyse) correspondant à la région axiale légèrement déformée de l'éventail ; enfin, des plis occidentaux, restes de nappes empilées et reployées qui se rattachent au N. O. aux « nappes » des environs de Guillestre (feuille de Gap) et à celle du Briançonnais ; les racines de ces nappes sont à chercher dans les plis droits que nous venons de citer. L'effort qui a produit ces dislocations est *postéogène*. Cette structure se simplifie au S. E. (Vyraisse, Oronaye).

c. *Région du S. O. ou de la zone du Flysch.* — Cette bande continue au S. E. de la Durance la zone du Flysch de l'Embrunais ; charriée comme cette dernière sur son bord externe, elle est chevauchée par la précédente et comprend une puissante série isoclinale éogène avec quelques **noyaux anticlinaux mésozoïques étirés,** sortes de « cicatrices » dont les principales se coordonnent le long d'une importante **ligne de contact anormal** (l'Hubac, les Sagnes, Sud du col de Pelouze, Nord du Lauzanier, col de Bail-l'Argentera), qui se poursuit sur la feuille de Gap.

d. Au Sud de cette ligne de refoulement apparaissent les *plis autochtones* de Terres-Pleines (coin S. O. de la feuille) [Jurassique à facies dauphinois] et, près du Lauzanier, les *dépôts de bordure du massif du Mercantour*.

CULTURES, VÉGÉTATION, NIVEAUX AQUIFÈRES

Dans la portion N. E. (bassin du Guil, Haute-Ubaye en amont de Maurin) où prédominent les Schistes lustrés : vastes pâturages ; les pentes inférieures portent de beaux bois de mélèzes. La partie médiane (bassin de la Haute-Ubaye entre Maurin et Serenne), est très rocheuse, peu boisée, riche en talus d'éboulis ; au Sud de Saint-Paul et de l'Ubayette, les parties inférieures portent des bois de mélèzes, surtout à l'Hubac, mais se montrent ravinées et souvent dénudées ; beaux pâturages alpestres dans le cirque de Lauzanier. Les vallées sont encombrées de cônes de déjections en aval de Maurin sur l'Ubaye et de Larche sur l'Ubayette. On y a établi des champs de seigle jusqu'à une altitude assez élevée.

Les **sources** sourdent principalement à la base des talus d'éboulis et des dépôts glaciaires. Sur le flanc nord des Aiguilles de Chambeyron se trouvent les *Glaciers de Marinet* (en voie de réduction rapide), les plus méridionaux des Alpes françaises.

DOCUMENTS ET TRAVAUX CONSULTÉS

Notes et Mémoires de MM. Baretti, Marcel Bertrand, Léon Bertrand, de Cessole, Douvillé, Ferrari, Franchi, Gastaldi, Godefroy, Goret, Haug, W. Kilian, Ch. Lory, Mattirolo, Novarese, Portis, Sacco, Stella, Sismonda, de Stefano, de Saporta, P. Termier, Virgilio, Zaccagna.

Renseignements inédits de MM. F. Arnaud, Duparc, Franchi, Em. Haug, W. Kilian, Michel-Lévy, Nel. P. Termier, Ph. Zürcher.

LA

VALEUR NUTRITIVE DES TORRENTS DES ALPES ET LES CONSÉQUENCES QUI EN DÉCOULENT AU POINT DE VUE DU REPEUPLEMENT[1]

Par M. Louis LÉGER,

Professeur à la Faculté des Sciences.

Un fait qui n'a pas manqué de surprendre tous ceux qui se sont occupés personnellement du repeuplement de nos torrents, c'est que les résultats obtenus sont toujours, et souvent de beaucoup, inférieurs à ceux qu'on attendait.

Lorsque dans un torrent propice aux Salmonides, mais en voie de dépeuplement, on a, par exemple, versé 10.000 alevins, on s'attend à voir au bout de deux ou trois ans les Truites pulluler dans ses eaux. 10.000 alevins, pense-t-on, doivent fournir 10.000 Truites, mais, en tenant compte du déchet toujours inévitable, il devra en rester au moins une huitaine de mille.

Or, presque toujours, sinon constamment, on constate avec déception qu'au bout de ce laps de temps il y a à peine quelques

[1] Communication faite au Congrès de l'*Association française pour l'avancement des Sciences* tenu à Grenoble le 5 août 1904.

Truites de plus qu'auparavant, dont l'ensemble ne représente souvent que le dixième de ce qu'on avait mis.

Je me propose de rechercher ici sommairement les principales causes d'une telle disproportion entre les sacrifices et les résultats obtenus et d'essayer d'en tirer une ligne de conduite pour les réempoissonnements dans nos torrents.

Ces causes principales sont au nombre de deux :

1° *La valeur nutritive des torrents de montagne est en général très faible ;*

2° *Les alevins ont des ennemis dont les plus redoutables sont leurs congénères plus gros qu'eux.*

Ces deux causes ne sont pas aussi solidaires qu'on pourrait le croire, car l'appétit des Truites est insatiable et, malgré une eau riche en nourriture, les gros poissons détruiront toujours une grande quantité d'alevins. C'est là un inconvénient aussi grave que difficile à éviter et sur lequel je reviendrai tout à l'heure.

1° Valeur nutritive des torrents.

Cherchons tout d'abord à nous rendre compte de la richesse nutritive d'un torrent pris au hasard dans le pays, tel le Haut-Furon, par exemple, qui est un excellent cours d'eau à Truite.

Choisissons pour cela un endroit où le lit est aussi peu incliné que possible, situation la plus favorable pour le développement des divers éléments de la faune aquatique.

Ces éléments qui constituent la faune nutritive des poissons peuvent être groupés en deux catégories :

A. — *Les animaux qui nagent ou qui flottent entraînés par le courant.*

B. — *Les animaux qui vivent au fond de l'eau, sous les pierres ou dans les anfractuosités de la rive.*

A. — Dans le premier groupe il n'y a que peu ou point d'animaux vraiment aquatiques, mais il faut tenir compte des éléments entraînés passivement par les eaux, par exemple des Insectes qui tombent dans

le cours d'eau. Ils sont, en effet, parfois nombreux, mais il est vrai qu'ils ne constituent qu'une nourriture temporaire et aléatoire. Il n'en est pas moins certain qu'ils peuvent en certains moments contribuer puissamment à l'alimentation du poisson. Bien qu'il soit difficile d'apprécier la richesse nutritive d'un torrent à ce point de vue, il importe cependant d'essayer de le faire, car c'est là, à mon avis, un élément de grande valeur pour la question qui nous occupe.

Il importe pour cela de tenir compte :

1° *De la flore qui borde le torrent*, non seulement au point de vue de la quantité mais encore de la qualité. S'il est, en effet, évident qu'un torrent ombragé reçoit de l'extérieur plus d'éléments nutritifs qu'un torrent nu, il importe en outre de remarquer que certains arbustes ou arbrisseaux sont plus volontiers recherchés comme abri ou comme nourriture par les Insectes, que d'autres. Ainsi les Aulnes sont ordinairement plus pauvres à ce point de vue que les Noisetiers, les Saules ou même certains Peupliers.

De là, découle la nécessité d'étudier à ce point de vue la richesse relative en Insectes des diverses plantes qui bordent les torrents, travail que nous nous proposons d'entreprendre dès maintenant.

Il est non moins nécessaire de ne pas négliger l'étude des Mousses et des Hépatiques qui tapissent parfois le bord du cours d'eau et dans lesquelles s'abritent souvent de nombreux vers et des larves d'Insectes avidement recherchés par les Poissons.

2° *De l'orientation du vallon par rapport aux vents dominants*. Selon leur fréquence et leur intensité ceux-ci contribueront, en effet, dans une large mesure à accroître la richesse nutritive du torrent en précipitant dans ses eaux les Insectes réfugiés sur les plantes de la rive.

B. — Considérons maintenant la nourriture constituée par les animaux aquatiques proprement dits. Comme ces derniers sont à peu près exclusivement des animaux de fond, il importe, dans le premier examen, de tenir compte de la nature du terrain. Un cours d'eau qui traverse des roches argileuses ou toute autre roche facilement délitable charrie du limon qui imprègne toutes ses parois, remplit toutes les anfractuosités des pierres, obstrue complètement les cachettes qui se forment naturellement entre les pierres et le fond du ruisseau et pourraient abriter nombre de Crustacés ou de larves d'Insectes.

De tels cours d'eau sont d'une irrémédiable pauvreté : tels sont l'Isère et le Drac dans notre région.

Si maintenant nous faisons abstraction de cet état éminemment défavorable et si nous nous reportons à l'exemple choisi plus haut d'un torrent situé dans les meilleures conditions pour le développement de sa faune aquatique, nous verrons, par un rapide coup d'œil jeté sur celle-ci, qu'elle ne constitue pas un grand apport pour l'alimentation des Truites.

Parmi les Vers, les *Trochètes*, les *Planaires* et les *Gordius* ne sont pas à citer comme aliment ; à peine rencontrons-nous quelques *Allurus* et *Lumbriculus* dans la mousse des berges. Les Mollusques sont en général très rares dans la partie courante : nous trouvons quelques *Lymnées* assez rares, parfois aussi des *Bythinies,* rarement des *Cyclas* ou des *Pisidium*.

Ce sont surtout les Insectes qui constituent la presque totalité de l'élément nutritif du ruisseau. On y trouve très abondamment des larves de Névroptères : *Phryganides, Leptosérides, Hydroptérides, Ryacophilides, Perlides (Perla* notamment), *Éphémérides (Palingenia, Ephemera vulgata, Leptophlebia cincta* cc[1]., *Ecdyurus helveticus* cc., *Bœtis rhodani* cc., *Ephemerella ignita).* Quelques *Odonates* (larves de *Libellules, Agrions*, etc.) dans les régions basses et quelques larves de Diptères : *Simulies* et *Dixa* en particulier ; les Mousses et les Hépatiques hébergent quelques larves de *Tipules* et de petites larves de *Dolichopides.* Nous pouvons encore noter parmi les Insectes quelques petites larves de Coléoptères aquatiques dont les plus fréquentes appartiennent au groupe des *Dytiscides.*

Les *Crustacés* sont presque uniquement représentés dans les torrents par les *Gammarus* ou crevettes souvent nombreux et qui constituent une nourriture d'ailleurs excellente pour la Truite. Je ne veux pas citer l'Écrevisse car elle a bien sa valeur propre.

Enfin parmi les Poissons, le Chabot *(Cottus gobio)* mérite assurément d'être pris en considération comme aliment de haute valeur, mais son nombre toujours restreint et l'habileté avec laquelle il sait se dissimuler ne permettent guère de lui accorder une grande importance au point de vue de la valeur nutritive des torrents.

---

[1] cc = très commun.

Des observations nombreuses et suivies nous ont montré que ces divers éléments nutritifs réunis, pour un torrent moyen, forment une nourriture si peu considérable qu'il faudrait au moins une longueur de dix mètres d'un torrent d'un mètre de large pour nourrir une seule Truitelle pesant à peine une centaine de grammes, ce qui donne une moyenne de cent Truites au kilomètre. C'est là une proportion qu'il ne faudrait pas dépasser dans le peuplement lorsqu'on veut obtenir de beaux sujets.

2° Les plus grands ennemis des alevins.

J'en arrive maintenant aux ennemis directs des alevins, et sur ce point je ne tiendrai compte que des Truites plus grosses devant les déprédations desquelles celles de certains Insectes, notamment les larves de Dytiques, d'Hydrophiles et de Libellules, et celles même pourtant plus redoutables des Couleuvres, sont une quantité négligeable.

Oui, les plus redoutables ennemis des alevins de Truites sont certainement les Truites. Et ils sont d'autant plus redoutables qu'il est bien difficile, sinon impossible, de les éviter lorsqu'il s'agit du repeuplement d'un cours d'eau naturel. Comme il ne faut pas songer à établir sur les bords du torrent des bassins d'alevinage, ce qui est irréalisable dans la plupart des cas, il faut trouver un autre moyen pour protéger les nouveaux venus, et le meilleur, à mon avis, c'est de les mettre lorsqu'ils sont en état de se protéger eux-mêmes. « Aide-toi, le ciel t'aidera. »

Il suffit pour cela de lancer des alevins déjà gros, des alevins de fin de saison ou même d'une année et surtout de les disséminer le plus possible. A cette taille, ils sont agiles et savent se cacher ; ils peuvent échapper à la poursuite de leurs agresseurs, alors que les très jeunes alevins peu mobiles, dépaysés, habitués à vivre en troupe dans des bacs étroits où ils ont été élevés, sont dévorés par centaines dès les premiers jours de leur arrivée.

Le prix de revient de ces gros alevins est certainement plus élevé, mais je suis convaincu qu'il y aurait toujours bénéfice à les employer quand même le prix serait cinq ou six fois plus élevé que celui des

alevins très jeunes. On en mettra cinq ou six fois moins et le résultat sera encore supérieur, car il n'y aura que peu ou point de déchet, alors qu'avec de jeunes alevins les hécatombes de début font, à mon avis, disparaître près de 80 % de ces derniers.

Conclusions.

La médiocrité des résultats obtenus par les réempoissonnements de nos torrents est due :

1° *A une connaissance insuffisante de leur valeur nutritive.* Comme celle-ci est ordinairement très faible, on met toujours plus d'alevins que le cours d'eau ne peut en nourrir. Le résultat est qu'ils s'entre-dévorent ou que la plupart sont mangés par les premiers occupants.

Il importe donc, avant d'effectuer des repeuplements, d'étudier la richesse nutritive du cours d'eau tant au point de vue de sa faune que de sa flore, car celle-ci joue un rôle très important dans l'alimentation des poissons par les insectes qu'elle abrite.

A cet égard il serait souhaitable que chaque cours d'eau de notre région soit l'objet d'une étude monographique spéciale ayant pour but de déterminer sa valeur nutritive, la qualité et le caractère physique et chimique de ses eaux (température, limpidité, variations de niveau, rapidité du courant, nature du lit, etc.) ; enfin les points de son cours les plus propices au lancement, soit par leur richesse alimentaire, soit par les abris qu'ils offrent aux jeunes alevins.

Chaque rivière aurait ainsi sa fiche biogénique qu'il suffirait de consulter pour savoir de suite quelle espèce de poisson on doit choisir pour la peupler, quelle quantité elle peut en recevoir et en quels points précis on devra les lâcher pour avoir les meilleurs résultats.

2° *A la destruction des jeunes alevins par leurs congénères de plus grande taille.*

Pour empêcher dans la plus large mesure la destruction des alevins par les grosses Truites, il me paraît préférable de mettre beaucoup moins d'alevins et de les mettre plus gros et surtout de les disséminer pour éviter leurs chances d'atteinte par les gros sujets.

ACTION NOCIVE EXERCÉE SUR LES POISSONS

PAR

CERTAINS PRODUITS DE DÉVERSEMENTS INDUSTRIELS DANS LES TORRENTS DU DAUPHINÉ[1]

Par M. Louis LÉGER,
Professeur à la Faculté des Sciences

Et M. Georges DODERO,
Chef des Travaux pratiques de Chimie à la Faculté des Sciences

---

I

La lessive noire ou lessive épuisée des fabriques de pâte de bois chimique.

La question de la destruction des poissons par les déversements industriels est parmi les plus importantes de toutes celles que soulève le repeuplement et en général la culture de nos cours d'eau.

A chaque instant surgissent des procès entre industriels et pêcheurs,

---

[1] Communication faite au Congrès de l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, tenu à Grenoble le 5 août 1904, — et au Congrès d'Aquiculture et de Pêche tenu à Paris en 1904.

procès dont la solution est toujours très complexe, difficile et souvent peu satisfaisante.

La raison en est que des documents précis sur la nocivité des divers produits évacués par les usines manquent complètement ou bien sont insuffisants.

Sans doute des expériences intéressantes ont déjà été faites, soit sur l'action physiologique d'agents chimiques bien définis (Raphaël Dubois[1], Bruno Hofer[2]), soit sur le mode physiologique d'asphyxie provoquée par certaines substances de déchets usiniers (Labatut et Périer[3]) ; mais des données précises, basées sur l'expérience, concernant le degré de nocivité des produits complexes rejetés par les usines font encore aujourd'hui à peu près complètement défaut.

Pour combler cette lacune, nous nous sommes proposés d'entreprendre une série de recherches expérimentales, sur l'action exercée sur les poissons, et particulièrement sur les Salmonides, par les différents produits de déchets évacués par les usines de la région. Comme la nature de ces produits est évidemment très variable suivant le genre d'industrie qui les fournit, nous devrons entreprendre autant de recherches distinctes qu'il y a de produits à étudier. Chacune de ces études comprendra d'abord une série de recherches sur la composition chimique des produits et leur mode d'évacuation dans les cours d'eau, puis leur action sur le poisson, la détermination de la proportion suivant laquelle ils sont nuisibles et, en conséquence, la limite de dilution à laquelle ils deviennent inoffensifs. Ce sont là, croyons-nous, les points les plus importants, car ils peuvent servir non seulement de bases pour la solution de questions litigieuses, mais encore pour l'installation des établissements industriels.

Nous donnons ici la première partie de ce travail se rapportant à l'action d'un des produits fréquemment déversés dans les eaux de nos torrents par les fabriques de pâte de bois chimique pour la fabrication du papier : *la Lessive noire* ou Lessive épuisée.

---

[1] Congrès d'Aquiculture et de Pêche, Paris, 1900.

[2] Handbuch der Fischkrankheiten von Dr. Bruno Hofer, Munich, 1904.

[3] Congrès d'Aquiculture et de Pêche, Paris, 1900.

La pâte de bois chimique ou cellulose de bois s'obtient en traitant sous pression le bois réduit en petits fragments avec une solution acide de sulfite de calcium, que l'on obtient en faisant passer dans une tour, sur des morceaux de carbonate de calcium, de l'eau et de l'acide sulfureux, celle-là arrivant par en haut et celui-ci par en bas. Ce produit s'appelle, dans l'industrie, *lessive de bisulfite de chaux*. Voici la composition d'un échantillon de ce produit qui nous a été fourni par l'usine Matussière, de Domène.

Résultat brut de l'analyse :

Extrait sulfaté.	26 gr 40	par litre.
Acide sulfurique (SO^3).	0 76	—
Acide sulfureux (SO^2)	31 20	—
Chaux (CaO)	10 69	—

ce qui donne :

Sulfate de calcium.	1 gr 29	par litre.
Sulfite neutre de calcium.	21 77	—
Acide sulfureux en excès (SO^2). . .	19 59	—

La faible différence qu'il y a entre l'extrait sulfaté (26 gr. 40) et la chaux évaluée en sulfate (25 gr. 96) montre que la proportion de matières étrangères non dosées est très faible. D'autre part, les matières organiques n'existent dans ce produit qu'à l'état de traces.

Le bois dépouillé de l'écorce est d'abord traité par la vapeur d'eau dans d'immenses chaudières revêtues intérieurement de plomb ou de briques très siliceuses, puis la lessive de bisulfite de chaux est introduite. On chauffe alors, au moyen de la vapeur d'eau, à une température qui sera d'autant plus élevée que la pression sera plus grande ; dans notre région on opère généralement à une pression de quatre ou cinq atmosphères. Dans ces conditions, les matières incrustantes du bois se dissolvent et la cellulose seule reste sous la forme de fibres longues et déliées. La coction du bois par ce procédé dure plus ou moins de temps suivant l'usage que l'on veut faire de la pâte chimique ; quand cette pâte doit être ultérieurement blanchie, la coction doit être plus complète que dans le cas où l'on se contente de la pâte écrue pour faire le papier. Dans tous les cas, lorsque l'on juge l'opération terminée, on évacue la solution. C'est ce liquide brun, qui a servi à

la désagrégation des fibres du bois et que nous appellerons la *lessive épuisée*, qui est expulsé, comme déchet inutile et inutilisable, dans les cours d'eau.

Il importe de faire remarquer que la composition de la liqueur évacuée est susceptible de variations, dont la plus importante est la teneur en acide sulfureux, teneur qui varie suivant la durée de la coction, ce produit constituant d'après nos expériences l'élément éminemment toxique pour le poisson.

En résumé, le produit, tel qu'il est évacué au sortir de l'égout usinier et dont nous avons à étudier l'action, est un liquide brunâtre à réaction acide, dont la composition chimique, déterminée sur un échantillon provenant de l'usine Matussière, de Domène, est la suivante :

Extrait à 120°.	96 gr 50	par litre.
Extrait après calcination au rouge. .	9 40	—
Extrait calciné et sulfaté.	15 20	—
Acide sulfurique (SO^3).	1 03	—
Acide sulfureux (SO^2).	3 69	—
Chaux (CaO)	6 22	—

Cette lessive épuisée est donc très riche en matières organiques puisque l'extrait a été réduit par la calcination au rouge et en présence de l'air, c'est-à-dire par la combustion des matières organiques, de 96 gr. 50 à 9 gr. 40 ; la différence représente presque uniquement les matières organiques.

Elle contient, d'autre part, une quantité d'acide sulfurique (1 gr. 03) qui, évaluée en sulfate de calcium, est égale à 1 gr. 76. On peut affirmer que cette liqueur est saturée de sulfate de calcium parce que, d'après Mitscherlich, pendant la coction du bois l'acide sulfureux est transformé, par une partie de l'oxygène des substances organiques, en acide sulfurique qui, dans les conditions normales, se combine avec la chaux, laquelle auparavant était unie avec l'acide sulfureux. Or, le sulfate de calcium formé, composé peu soluble, se déposera en grande partie dans les chaudières et, la liqueur toujours saturée de ce sel, en contiendra par conséquent, dans tous les cas, une proportion presque invariable.

Enfin, l'acide sulfureux qui reste dans cette lessive épuisée est com-

biné à la chaux à l'état de sulfite neutre de calcium ou peut-être même à l'état de sulfite acide. Quant au reste de la chaux il est combiné à des acides organiques.

Nous avons examiné divers autres échantillons de lessives épuisées, provenant de l'usine de MM. Bergès, à Lancey (Isère). Ces échantillons présentaient tous une composition peu différente de celle de l'échantillon de Domène dont l'analyse a été donnée plus haut.

Nous sommes heureux d'adresser publiquement ici nos remerciements à MM. Bergès, propriétaires de l'usine de Lancey, et à M. Cuzin, directeur de l'usine Matussière à Domène, qui ont bien voulu nous fournir les produits nécessaires à cette étude.

Les expériences sur les poissons ont été faites avec la lessive épuisée, diluée dans diverses proportions bien déterminées, au moyen de l'eau d'alimentation de la ville de Grenoble.

Nous avons constaté, une fois pour toutes, que ces mélanges pouvaient être faits ou bien vingt-quatre heures avant l'emploi, ou immédiatement avant; les résultats sur la vie des poissons ont été identiques dans les deux cas. Dès lors nous avons cru inutile de spécifier cette condition, condition que l'on pouvait croire importante en raison de l'absorption possible de l'oxygène dissous dans l'eau servant à la dilution, par les substances réductrices de la lessive épuisée.

A l'examen de la composition de la lessive épuisée, on peut penser *à priori* que les substances nuisibles sont : ou l'acide sulfureux, ou les composés organiques solubles, ou les deux à la fois.

Nous avons commencé par rechercher à quel degré de concentration ce produit exerçait une influence mortelle rapide et à quel degré il devenait inoffensif. Les expériences ont été faites : 1° avec des Vairons *(Phoxinus lœvis)*; 2° sur des Salmonides : Truite indigène, Truite arc-en-ciel, Saumon de fontaine, Omble-Chevalier ; cette dernière série d'expériences nous a conduit à rechercher quel était, parmi ces Salmonides, le plus résistant à l'action de la liqueur.

Expériences avec des Vairons. — Jusqu'à une proportion de 30 centimètres cubes de lessive épuisée par litre d'eau, l'action sur les Vairons est nulle ou inappréciable, puisque après un séjour de quatre ou cinq jours les poissons replacés dans l'eau pure continuent

à vivre parfaitement. A partir de 35 centimètres cubes par litre, ce qui correspond à 0 gr. 13 d'acide sulfureux par litre, la liqueur est manifestement nocive, car elle amène la mort du poisson au bout de cinquante heures ; à 40 centimètres cubes par litre (0 gr. 15 de SO^2), au bout de trente-deux heures ; à 45 centimètres cubes par litre (0 gr. 17 de SO^2), la toxicité se manifeste très rapidement, le poisson mourant au bout de deux heures et demie à trois heures. Enfin, à partir de 50 centimètres cubes par litre, la mort survient de plus en plus rapidement ; de 50 à 100 centimètres cubes, elle survient en moyenne au bout d'une heure et demie, et il est inutile d'insister sur l'action de concentrations plus élevées dont le résultat fatal est encore forcément plus rapide.

L'action nocive du produit sur le poisson paraît devoir être rapportée plutôt à des phénomènes toxiques qu'à des phénomènes d'asphyxie. A 45 centimètres cubes pour 1.000 par exemple, au bout de deux ou trois minutes, on voit le Vairon présenter des convulsions, s'élancer brusquement vers la surface pour regagner bientôt le fond ; après deux ou trois mouvements semblables, il commence à s'incliner sur le flanc en se maintenant soit au fond, soit à la surface. Au bout de dix minutes, il reste couché en agitant vivement ses opercules et à ce moment se manifestent ordinairement des vomissements et des défécations (symptômes d'intoxication). L'animal, de temps à autre et à de courts intervalles, se relève pour nager quelques instants en s'élevant rapidement jusqu'à la surface de l'eau et finalement retombe au fond où il ne tarde pas à périr. On constate alors une assez forte congestion des branchies et une décoloration de la peau qui s'accentue rapidement après la mort.

Il importe dès maintenant de faire remarquer que lorsque la concentration est assez faible pour n'amener la mort qu'au bout d'un temps assez long, par exemple avec des solutions à 35 et 40 centimètres cubes par litre, qui tuent seulement au bout de trente à cinquante heures, le Vairon, après avoir montré pendant la première demi-heure des phénomènes évidents d'intoxication (vomissements, défécations, convulsions) et d'asphyxie (respiration à la surface de l'eau, battement rapide des opercules et congestion branchiale), semble revenir peu à peu à l'état normal ; si, à ce moment, on l'enlève de la solution pour le replacer dans l'eau pure, tout symptôme disparaît définitivement et le Vairon peut continuer à vivre normale-

ment. Cette expérience montre que des solutions qui amèneraient la mort au bout de deux jours de contact ne sont pas à redouter lorsqu'elles agissent pendant un temps très court.

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons cherché à déterminer quel était l'élément plus particulièrement nocif dans le produit en question, soit acide sulfureux, soit matières organiques.

Pour résoudre la question, nous avons entrepris une série d'expériences dans lesquelles des poissons (Vairons) de même taille étaient mis respectivement l'un dans une solution de lessive épuisée et l'autre dans une solution de lessive vierge (lessive de bisulfite de chaux), contenant exactement la même proportion d'acide sulfureux que la solution de lessive épuisée. Les résultats obtenus ont été absolument démonstratifs et tout à fait identiques de part et d'autre, c'est-à-dire que, dans la solution de bisulfite qui n'avait pas été en contact avec le bois et qui ne contenait pas par conséquent de matières organiques, la mort a été aussi rapide et même un peu plus rapide que dans les solutions correspondantes de lessive épuisée.

Ces résultats nous autorisent à conclure que les matières organiques n'entrent pour rien dans l'action nocive du liquide, laquelle paraît totalement imputable à l'acide sulfureux du produit chimique primitif.

Pour nous en assurer, nous avons fait une dernière série d'expériences avec des solutions aqueuses de gaz sulfureux et des solutions de bisulfite de chaux (lessive vierge) contenant respectivement les mêmes quantités d'acide sulfureux. Les résultats ont été absolument concluants : la toxicité de ces liqueurs ne dépend que de leur teneur en acide sulfureux, que cet acide sulfureux soit libre ou qu'il soit partiellement combiné à la chaux.

Expériences avec les Salmonides. — Nous avons fait ensuite une autre série d'expériences, non plus sur les Vairons et autres Cyprinides, mais sur les Salmonides indigènes ou acclimatés dans nos rivières, c'est-à-dire : Truite indigène, Truite arc-en-ciel, Saumon de fontaine et Omble-Chevalier. Comme on était en droit de s'y attendre, d'après les caractères biologiques de ces poissons qui, doués d'une vie active comme on le sait, habitent constamment des eaux aérées, l'action délétère du produit en question s'est montrée, à con-

centration égale, beaucoup plus rapide que chez les Vairons. Ainsi, tandis que le Vairon résiste à des solutions de 30 centimètres cubes par litre de lessive épuisée, nos Salmonides meurent invariablement dans des solutions à 25, dans un espace de temps variant en moyenne de deux heures et demie à cinq heures et demie. L'action de la substance en question sur les Salmonides est en tous points comparable à celle qu'elle exerce sur les Vairons. Au début se manifestent des convulsions assez vives avec des sauts brusques, à la suite desquelles le poisson vient respirer à la surface de l'eau, se tenant presque verticalement, la bouche à l'air, puis il tombe au fond et ne tarde pas à se coucher sur le flanc en agitant assez rapidement ses opercules et restant longtemps immobile. De temps à autre, toutefois, cette période d'immobilité est brusquement troublée par des mouvements rapides et désordonnés qui amènent le poisson à la surface et lui font décrire des courbes incohérentes. Après quoi l'animal tombe au fond, reste immobile, entre en agonie et meurt. Peu de temps après la mort, la peau devient rapidement blanche et se recouvre d'un enduit gluant constitué par le mucus expulsé par les glandes de la peau. Peut-être ce caractère permettrait-il, dans une certaine mesure, de reconnaître le genre d'intoxication auquel le poisson a succombé. Comme chez les Vairons, il se manifeste, au début de l'expérience, des phénomènes d'intoxication gastrique consistant en vomissements et en défécations.

Parmi les expériences que nous avons faites sur l'action de la lessive épuisée sur les Salmonides, nous relaterons ici les principales qui nous ont permis d'établir le degré de concentration à partir duquel la substance n'est plus nuisible pour ces poissons, point de la plus haute importance pour l'économie de nos torrents.

Une première expérience a été faite avec un mélange de 6 centimètres cubes (0 gr. 022 SO^2) de lessive épuisée pour 1.000 centimètres cubes d'eau de la ville. Dans ce mélange nous plaçons un individu de chacune des quatre espèces de Salmonides énumérées plus haut. Au début les animaux sont manifestement agités et présentent tous les quatre des phénomènes d'intoxication gastrique (vomissements et défécations), puis tandis que les Truites ordinaire et arc-en-ciel gagnent le fond du vase pour y rester à peu près immobiles, les *Salvelinus* (Omble-Chevalier et Saumon de fontaine) effectuent, au contraire, des bonds désordonnés et semblent réagir vive-

ment à l'action toxique de la substance. Au bout de cinq heures, les uns et les autres semblent accommodés au milieu et nagent tranquillement au fond du vase. Transportés à ce moment dans l'eau pure, ils reviennent à l'état normal et vivent encore aujourd'hui[1]. On peut donc dire qu'à cette dose la liqueur n'exerce pas une action mortelle sur le poisson, et cela d'autant mieux que, dans les conditions qui sont réalisées dans les torrents intoxiqués, le renouvellement de l'eau amène très rapidement une dilution considérable du produit, tandis que nos expériences ont toutes été faites dans des cristallisoirs avec de l'eau non renouvelée, sans insufflation d'air et à des températures constantes pour une même expérience (de 15° à 20°).

Nous avons fait une autre série d'expériences avec une solution à 15 centimètres cubes de lessive (0 gr. 055 de SO^2) par litre d'eau; nous avons obtenu des résultats identiques, à savoir : au bout de cinq heures, les poissons, après quelques troubles semblables à ceux relatés précédemment, paraissent manifestement accommodés au milieu et continuent à vivre encore aujourd'hui dans l'eau pure où ils ont été remis à la fin de l'expérience.

En effectuant les mêmes expériences sur les mêmes Salmonides avec une solution à 25 pour 1.000 (0 gr. 092 de SO^2) du même produit, la mort survient, par contre, au bout d'un temps qui varie suivant la température de l'eau, suivant les résistances individuelles, suivant les espèces considérées, entre trois et six heures. Les symptômes sont les mêmes que dans l'expérience précédente, mais beaucoup plus accentués. Après une première période de convulsions, les poissons gagnent le fond et tombent successivement sur le flanc ou le ventre en l'air. Les premiers éprouvés sont les Truites indigènes, puis viennent successivement le Saumon de fontaine, la Truite arc-en-ciel et l'Omble-Chevalier ; ce dernier montre longtemps une vive agitation, tandis que les autres restent immobiles. La mort des quatre espèces se suit de près et le plus souvent dans l'ordre d'abattement indiqué plus haut, c'est-à-dire que les Truites proprement dites, Truites indigène et arc-en-ciel, meurent les premières (c'est ordinairement la Truite indigène qui débute, suivie de près par la Truite arc-en-ciel) ; viennent ensuite les Saumons de fontaine, puis l'Omble-Chevalier.

---

[1] Soit six mois après l'expérience.

Mais d'une part les espaces de temps qui séparent la mort de ces diverses espèces (environ un quart d'heure) et d'autre part les variations que nous avons observées dans l'ordre d'atteinte de ces divers poissons ne nous autorisent guère à recommander l'un ou l'autre comme étant plus spécialement résistant vis-à-vis du produit étudié. Nous ferons toutefois remarquer que le Saumon de fontaine, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, a montré le plus souvent une résistance supérieure à celle de la Truite indigène et même à celle de l'arc-en-ciel. Dans plusieurs expériences c'est l'Omble-Chevalier qui s'est montré le plus résistant: dans l'une d'elles, entre autres, effectuée avec des solutions à 30 pour 1.000 sur les quatre espèces de Salmonides indiquées et sur des individus mesurant de 12 à 13 centimètres, la mort est apparue avec les symptômes décrits plus haut dans l'ordre suivant : au bout de deux heures, mort de la Truite indigène; cinq minutes plus tard, mort de la Truite arc-en-ciel; un quart d'heure plus tard, mort du Saumon de fontaine; demi-heure plus tard, l'Omble-Chevalier immobile et sur le flanc semble agonisant, retiré de la solution expérimentale et placé dans l'eau fraîche, il ne tarde pas à revenir à la vie.

Nous avons expérimenté l'action du même liquide en solution à 20 pour 1.000 (0 gr. 074 de SO^2) sur de jeunes alevins de trois mois, Truite arc-en-ciel, Saumon de fontaine et Omble-Chevalier. Les plus résistants sont les alevins de Saumon de fontaine et d'arc-en-ciel qui, au bout de six heures, bien que fortement éprouvés par le liquide, revinrent rapidement à la vie lorsqu'ils furent placés dans l'eau fraîche; par contre l'alevin de l'Omble-Chevalier était mort au bout de quatre heures. On voit par cette expérience que la résistance des alevins est aussi grande sinon plus grande que celle des jeunes truitelles, vis-à-vis du liquide.

Conclusions.

Les principales conclusions que nous croyons pouvoir tirer de notre étude sont les suivantes :

Le produit déversé par les usines qui fabriquent la pâte de bois chimique, produit que nous avons appelé lessive de bisulfite de chaux

épuisée, est un produit complexe, de composition chimique assez peu variable d'ailleurs, contenant de 80 à 85 grammes environ de matières organiques par litre, des sels de chaux et une certaine quantité d'acide sulfureux libre ou combiné.

Dans ce liquide il y a deux groupes de substances qui peuvent être incriminées, au point de vue de leur action sur le poisson, les matières organiques et l'acide sulfureux libre ou combiné. De ces deux groupes le groupe acide sulfureux présente seul une action toxique appréciable. La toxicité du liquide ne dépend d'ailleurs, à très peu de chose près, que de sa teneur en acide sulfureux, que cet acide sulfureux soit libre, qu'il soit combiné à la chaux ou qu'il se trouve en présence d'une forte proportion de matières organiques.

Le mélange de lessive épuisée et d'eau est inoffensif pour les Salmonides tant que sa teneur en acide sulfureux ne dépasse pas 0 gr. 05 par litre (ce qui correspond à peu près à 15 centimètres cubes du produit étudié par litre de mélange). Il est dangereux à la proportion de 0 gr. 07, mortel à 0 gr. 09 au bout de trois à six heures et enfin à 0 gr. 11 (30 centimètres cubes environ du produit étudié par litre de mélange) au bout de deux heures.

Pour les Vairons (Cyprinides) il ne devient mortel qu'à partir de 0 gr. 13 d'acide sulfureux par litre (35 centimètres cubes du produit étudié par litre de mélange) ; encore faut-il que ce mélange agisse au bout d'un temps très long à cette dose, cinquante heures environ.

L'action exercée par la lessive de bisulfite de chaux épuisée sur les poissons apparaît surtout et d'abord comme une action toxique se manifestant par des convulsions, vomissements et défécations, puis surviennent des alternatives d'excitation et d'abattement à la suite desquelles l'animal semble périr par asphyxie et meurt avec congestion des branchies.

Il importe de remarquer que, pendant toute la période de souffrance et même pendant l'agonie du poisson en expérience, il suffit de transporter celui-ci dans l'eau pure pour que les symptômes d'intoxication disparaissent rapidement, soit qu'il s'agisse d'un petit alevin de quelques mois ou d'une truitelle d'un an ou plus.

L'action nocive de la lessive épuisée est donc à redouter tant que sa dilution par les eaux n'abaissera pas la proportion d'acide sulfureux au-dessous de 0 gr. 07 par litre. A ce degré de dilution, en effet, les poissons qui ont souffert même violemment de ses premières

atteintes se remettent rapidement dans l'eau pure, condition qui se réalise d'elle-même en quelque sorte dans les eaux à cours rapide où sont effectués les déversements.

Les résultats de nos expériences permettent d'ailleurs de dicter une ligne de conduite afin d'éviter le retour des accidents causés par ces produits. Il suffira d'imposer aux usiniers la dilution préalable de la lessive de bisulfite de chaux épuisée dans au moins soixante fois son volume, avant de la lâcher dans le cours d'eau.

SUR LES HÉMOFLAGELLÉS

DU COBITIS BARBATULA L.[1]

Par M. Louis LÉGER,

Professeur à la Faculté des Sciences.

I

Trypanosoma barbatulae n. sp.

J'ai rencontré dans le sang des Loches franches (*Cobitis barbatula* L.) du Dauphiné deux sortes d'Hémoflagellés : l'un appartient au genre *Trypanosoma* ; je le désignerai sous le nom de *Trypanosoma barbatulae* ; l'autre est un *Trypanoplasma* très voisin de celui des Vairons ; je le désignerai sous le nom de *Trypanoplasma varium*.

Trypanosoma barbatulae. — Ce parasite a sans doute été vu par Danilewsky, en 1885, puisque cet auteur signale la présence de Trypanosomes chez *Cobitis fossilis* et *C. barbatula* : mais, comme il n'en a pas donné de description caractéristique et que d'autre part ce Flagellé diffère morphologiquement par sa forme trapue et son fouet

---

[1] Communication faite à la Société de Biologie le 5 novembre 1904.

relativement court, du Trypanosome décrit par Mitrophanow dans le *Cobitis fossilis*, ainsi que des autres Trypanosomes des Poissons d'eau douce, je crois utile d'en faire une nouvelle espèce dont la description suit :

Corps assez trapu mesurant de 30 à 40 μ de longueur (fouet compris) sur 4 à 6 μ de large. Le fouet est court et gros, la longueur de sa portion libre ne dépassant guère 11 à 12 μ ; il borde une membrane ondulante à ondulations grandes et profondes. L'extrémité opposée au fouet se termine par une sorte de petit bec d'une longueur de 1 μ 50 environ, à la base duquel se trouve le blépharoplaste sous forme d'un petit grain sphérique. Le noyau est grand, ovalaire ou circulaire, de 3 μ de diamètre et situé vers le milieu de la longueur du corps.

Par les colorations au bleu de méthylène-éosine, certains individus à cytoplasme finement granuleux se colorent assez fortement en bleu, tandis que d'autres, plus clairs, à granules plus gros et moins nombreux se colorent en violet pâle.

Sur le vivant, le parasite, dont le corps apparaît très clair, se déplace peu, mais montre de vifs mouvements d'enroulement ou de torsion.

En faisant sucer, à des Piscicoles, le sang des Loches exclusivement infestées par le *Trypanosoma barbatulae*, j'ai trouvé dans l'intestin de la Sangsue différents stades de Flagellés que je considère comme appartenant au cycle évolutif de ce parasite.

Dix-huit heures après la succion on voit déjà dans le contenu intestinal des ookinètes piriformes sans fouet, tantôt avec un seul gros noyau au repos ou en voie de division hétéropolaire, tantôt avec deux noyaux dont un plus petit. Le blépharoplaste est déjà distinct dans le voisinage du gros noyau, mais je n'ai pu suivre la formation de l'appareil ciliaire.

Quatre jours plus tard, l'intestin de la Piscicole montre de nombreux Trypanosomes parmi lesquels on peut distinguer facilement, après les recherches de Schaudinn sur *Trypanosoma noctuae*, des éléments mâles munis d'un rostre à l'avant, très allongés, de 20 à 24 μ sur 1 μ 50 de large, à corps bordé par un fouet ondulé partant du blépharoplaste situé au voisinage du noyau vers le tiers antérieur. Ces éléments rampent, le rostre en avant, mais, dans la nage, le fouet les emporte en sens opposé. Des femelles, sous forme de gros Trypanosomes ventrus, à cytoplasme fortement colorable en bleu, à membrane

ondulante bordée par un fouet à partie libre très courte ; leur taille atteint 30 à 35 μ sur 5 à 6 μ de large. Enfin, des formes indifférenciées, de 20 à 22 μ sur 3 μ 50, à cytoplasme plus clair, en forme de fuseau aplati, à corps prolongé en pointe du côté opposé au fouet qui longe une membrane ondulante faiblement développée. Le noyau, circulaire, est situé vers le milieu du corps ainsi que le blépharoplaste étiré transversalement, qui lui est souvent accolé. Ces dernières formes se multiplient activement par divisions binaires égales et leurs produits, qui peuvent rester quelque temps accolés par leur rostre, simulent des Flagellés à deux fouets opposés. Par contre, certaines formes plus grosses et à cytoplasme plus fortement colorable montrent une division parfois si inégale qu'on pourrait presque la comparer à un bourgeonnement. Dans certains cas, il se forme ainsi deux ou trois bourgeons sur les côtés du corps maternel qui continue ensuite à se diviser.

A la suite de cette multiplication, les Flagellés deviennent extrêmement nombreux et de petite taille, mais j'ignore comment ils sont ensuite inoculés au Poisson.

II

Trypanoplasma varium n. sp., *parasite du sang de* Cobitis barbatula L.

Le *Trypanoplasma varium* se rencontre fréquemment dans le sang des *Cobitis barbatula* du Dauphiné, soit seul, soit avec le *Trypanosoma barbatulae* qui est plus rare.

Le parasite se montre sous différentes formes suivant l'âge et l'intensité de l'infection. Dans les cas aigus où les parasites sont très nombreux, les formes qui dominent sont allongées, légèrement arquées et renflées antérieurement. Sur des frottis, le blépharoplaste en forme de bâtonnet est situé à la partie antérieure du côté concave. La structure de ces formes dont la taille varie de 12 jusqu'à 25 μ avec des fouets de 18 à 20 μ rappelle tout à fait celle que j'ai décrite précédemment pour le Trypanoplasma des Vairons. Leur protoplasma est pâle et sans granulations. Ces formes indifférenciées conduisent, vers la fin de la période aiguë, à des individus plus gros, atteignant jusqu'à

30 μ de longueur sans les fouets qui sont relativement plus courts que dans le type précédent. Leur forme est toujours allongée et incurvée, mais leur cytoplasme est fortement colorable et présente souvent de fines granulations.

Enfin, dans les cas chroniques que l'on rencontre le plus souvent, les parasites, beaucoup moins nombreux, sont de forme irrégulière et peuvent atteindre de grandes dimensions, jusqu'à 35 μ de longueur. Ils sont tantôt vermiformes, tantôt amiboïdes à mouvements brusques, parfois régulièrement ovoïdes. Leur cytoplasme se colore assez fortement en bleu et montre quelques fines granulations rouges. Dans toutes ces formes, le blépharoplaste, toujours vivement colorable en violet, se montre sous forme d'un bâtonnet allongé, parfois divisé. Cette forme allongée du blépharoplaste permet de distinguer de suite les Trypanosomes des Trypanoplasmes lorsque les fouets sont absents ou insuffisamment différenciés.

On voit par ces caractères que le *T. varium* se rapproche beaucoup de celui que j'ai signalé chez les Vairons. Mais la longueur un peu plus grande de ses fouets, la présence de formes géantes amiboïdes ou vermiformes, beaucoup plus grandes que celles que j'ai observées jusqu'ici dans le Vairon, et, en outre, le fait que dans certains ruisseaux, où presque toutes les Loches sont infestées, les Vairons restent indemnes m'ont engagé à le considérer comme une espèce distincte. On observe parfois, dans le cytoplasme de certains individus, outre les granulations normales, de petits corps réfringents de taille et de formes constantes, cylindriques, arrondis aux deux bouts, mesurant 1 μ 20 × 0 μ 50 environ. Par les colorations au bleu-éosine, leur contour se colore en rouge, comme s'il y avait une paroi, tandis que le contenu reste clair. Ces corps succèdent à des grains de taille égale, souvent disposés en chaînes ou en diplocoques, qui envahissent certains de ces Flagellés. J'ignore la nature de ces éléments, peut-être s'agit-il de parasites, car j'ai vu une fois, dans le sang d'une Loche, un grand nombre de Trypanoplasmas, ainsi envahis, éclater brusquement au moment de la fixation et mettre leurs corpuscules en liberté.

Dans le but de suivre l'évolution du parasite, j'ai fait sucer, à différentes reprises, des Loches uniquement infestées de Trypanoplasmes par des Clepsines (*Hemiclepsis marginata* F. Müll.), que l'on trouve, dans la nature, assez souvent fixées sur ces Poissons.

Dans l'intestin des Clepsines, j'ai observé que les formes indif-

férenciées du parasite dégénèrent, tandis que les autres deviennent massives et présentent des modifications nucléaires, division du noyau et du blépharoplaste, préparant, je pense, un phénomène sexué. Quoi qu'il en soit, au bout de quelques jours l'intestin de la Sangsue renferme de nombreux petits Trypanoplasmes effilés, dont certains, presque filiformes, représentent peut-être des formes mâles, tandis que d'autres montrent une sorte de rostre à la place du fouet antérieur, ce qui les fait ressembler à des Trypanosomes. Brumpt [1] a d'ailleurs déjà signalé la présence des Trypanosomes chez ces Clepsines, lesquelles hébergent, ainsi qu'il l'a observé et que je puis le confirmer, d'autres Trypanosomes des Poissons.

Dans des infections plus anciennes, la Sangsue renferme, outre les Trypanoplasmes signalés plus haut, d'innombrables petites formes monadiennes libres ou fixées, les unes globuleuses ou piriformes, les autres ovoïdes ou en croissant, avec un fouet de longueur très variable, partant du blépharoplaste et longeant partiellement le corps. Certaines de ces formes n'atteignent pas 4 μ de longueur.

Je ne puis dire si le *T. varium* évolue aussi chez les Piscicoles, car les infections pures sont très difficiles à réaliser avec ces Sangsues qui sont ici presque toutes envahies par les Trypanosomes. J'ai vu, toutefois, de petits Trypanoplasmes effilés, bien vivants, dans une Piscicole qui avait sucé le sang d'un Vairon, infecté six jours auparavant.

---

[1] E. Brumpt. Contribution à l'étude de l'évolution des Hémogrégarines et des Trypanosomes. *C. R. Soc. de Biologie*, 23 juillet 1904.

NOTES

SUR LES

PARASITES DES DIPTÈRES PIQUEURS[1]

Par M. Louis LÉGER,

Professeur à la Faculté des Sciences.

I

Sur un nouveau Flagellé parasite des Tabanides.

J'ai rencontré dans le tube digestif du *Tabanus glaucopis* Meig. ♂ du Midi de la France (littoral du Var à Cavalière) un nouveau Flagellé que, en raison de ses caractères morphologiques, je rapporte au genre *Herpetomonas* et que je décrirai ici sous le nom de *H. subulata* n. sp.

Le parasite se rencontre sous les deux formes monadienne et grégarinienne, c'est-à-dire libre et fixé ; les formes fixées sont les moins rares vers la fin de l'été.

J'ai rencontré également, chez *Hæmatopota italica* Meig. ♂ des mêmes régions, des formes grégariniennes et monadiennes jeunes, en

[1] Communication faite à la Société de Biologie dans la séance du 24 décembre 1904.

quantité innombrable et semblables à celles du Flagellé de *Tabanus glaucopis*, mais en l'absence de formes adultes je ne puis affirmer qu'il s'agisse de la même espèce de parasite. L'*Herpetomonas subulata* n'est pas un parasite commun. Je l'ai trouvé seulement 4 fois sur 60 Taons et Hématopotes recueillis en automne sur des bœufs et des chevaux.

Formes monadiennes. — Sous la forme monadienne ou mobile l'*H. subulata* se distingue facilement des autres espèces par son corps effilé et souvent incurvé qui s'étire postérieurement en une longue queue flexible et aiguë (fig. 1). La longueur du corps atteint en moyenne 30 µ sur 1 µ 50 et 2 µ de large. Celle du fouet est un peu plus courte, 20 à 25 µ. On observe, en outre, mais plus rarement, des formes monadiennes ventrues (fig. 3) ou même tout à fait globuleuses avec un fouet plus ou moins développé.

Le cytoplasme limité par une mince pellicule n'a que peu ou point d'inclusions chromatoïdes. A l'extrémité antérieure du corps, il montre une vacuole piriforme qui semble constante. Le noyau ovalaire est situé vers le tiers antérieur du corps. Il possède une mince membrane et montre tantôt 8 chromosomes, tantôt de fins grains de chromatine avec un karyosome central, tantôt une masse de chromatine homogène et pâle, parfois disposée en anneau. Le blépharoplaste, assez gros, est latéral et situé ordinairement vers le milieu de l'espace compris entre le noyau et l'extrémité antérieure (fig. 1); parfois aussi il est en contact direct avec celui-ci (fig. 2). Il paraît constitué par 4 chromosomes massifs, et, en certains cas, notamment dans les formes jeunes, il a l'aspect d'un petit noyau. Le fouet, qui part d'un diplosome situé au-dessus du blépharoplaste est, dans la plupart des individus, longé, sur une partie de son cours, par une mince bordure de cytoplasma qui lui constitue une membrane ondulante rudimentaire, laquelle va en s'effilant rapidement vers son extrémité libre (fig. 1 et 2). Ce caractère est d'une grande importance, car il réalise un type intermédiaire entre les *Herpetomonas* à fouet libre antérieur (comme *H. gracilis* des Tanypes) et les Trypanosomes.

La multiplication des formes monadiennes effilées ou ventrues s'effectue activement par division longitudinale (fig. 3) précédée de celle du noyau, du blépharoplaste et de la racine des fouets sur une

certaine longueur. Je n'ai pas observé le dédoublement total du fouet, comme cela se voit chez *H. jaculum*. A part les stades de division où s'observe assez souvent un dédoublement précoce de tout le fouet (*H. jaculum*) ou de sa racine (*H. subulata*), il n'existe pas chez ces

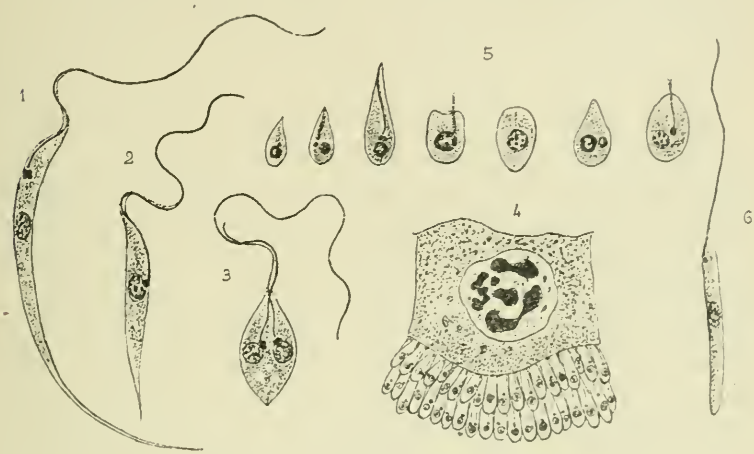


Fig. 1 à 5. — *Herpetomonas subulata*.
1. 2. 3. Formes monadiennes (× 1800). 4. Formes fixées nombreuses à une cellule intestinale d'*Hæmatopota italica* (× 1200). 5. Divers aspects de formes grégariniennes (× 1800).
Fig. 6. — *Herpetomonas minuta*. Léger; forme monadienne (× 1800).

Flagellés un système de deux fouets conjugués comme Prowazek l'a décrit chez l'*H. muscæ domesticæ*. Rien non plus dans la structure des *Herpetomonas* que j'ai étudiés ne m'autorise à admettre l'interprétation de Schaudinn et de Prowazek d'après laquelle ces Flagellés dériveraient d'un type primitivement bipolaire dont le corps se serait ployé et les extrémités soudées.

Les formes monadiennes d'*H. subulata* sont souvent, comme chez les autres espèces, réunies en rosettes par leur extrémité antérieure.

Formes grégariniennes. — Les formes grégariniennes s'observent, en quantité prodigieuse, fixées à l'épithélium intestinal, surtout dans la région qui suit le point d'abouchement des tubes de Malpighi. Je n'en ai pas vu dans l'intérieur des cellules, ni dans la cavité générale ou l'ovaire des rares animaux infestés que j'ai examinés. Elles sont

souvent disposées sur deux rangs par ordre de taille (fig. 4). Les plus petites (fig. 5, à gauche) ont à peine 4 μ et rappellent étonnamment des *Piroplasma*.

Elles sont piriformes et peuvent conserver cette forme en grandissant, mais parfois elles deviennent plus ou moins globuleuses ou irrégulières avec un rostre fixateur (= fouet) visible ou non (fig. 5).

Dans les individus régulièrement piriformes, on distingue souvent, du côté du blépharoplaste, une crête protoplasmique méridienne claire, qui se trouve jusque chez les jeunes formes monadiennes et se prolonge le long de la base du fouet pour constituer la membrane ondulante rudimentaire. Ces formes grégariniennes se multiplient activement par division binaire dans laquelle la division du blépharoplaste précède ordinairement celle du noyau qui est amitotique. Parfois on observe une division multiple donnant des stades en rosette. Chez certains individus, le blépharoplaste paraît venir se fusionner avec le noyau pour se reformer ensuite aux dépens de celui-ci par une sorte de division hétéropolaire (fig. 5). Les stades de passage entre ces formes fixées et les formes mobiles rappellent à s'y méprendre des *Crithidia* ou encore, ainsi que Laveran et Mesnil l'ont déjà fait remarquer pour d'autres espèces d'*Herpetomonas* que j'ai décrites, certaines formes de culture de *Tryp. Lewisi*.

II

Sur les affinités de l'*Herpetomonas subulata* et la phylogénie des Trypanosomes.

La structure de l'*Herpetomonas subulata* dénote des affinités extrêmement étroites avec certains *Crithidia* que j'ai précédemment décrits. Avec le *Crithidia minuta* du *Tabanus tergestinus* Egg. notamment, la ressemblance des formes grégariniennes et monadiennes jeunes est telle que ces deux Flagellés sont impossibles à distinguer à ces stades.

Cette particularité m'a engagé à reprendre l'étude de *C. minuta* sous la forme monadienne que je n'avais pas rencontrée à l'état de complet développement lors de mes premières observations. J'ai

pu alors me convaincre que, sous cette forme, le *C. minuta* montre tous les caractères des *Herpetomonas* et doit, en conséquence, rentrer dans ce dernier genre. *H. minuta* se distingue seulement de *H. subulata* par sa forme plus courte et non effilée postérieurement. Le genre *Crithidia* doit donc se restreindre actuellement à deux espèces : *C. fasciculata* de l'*Anopheles* et *C. campanulata* des *Chironomus*, caractérisées par la forme massive, piriforme ou campanulée de leur corps.

Il est d'ailleurs à peine besoin d'insister sur la fragilité de cette systématique qui, bien que nécessaire, est appelée sans doute à subir de graves assauts à mesure que l'on connaîtra mieux l'évolution de ces Flagellés. Un certain nombre de ces formes crithidiennes ou herpétomonadiennes des insectes piqueurs sont vraisemblablement des stades d'hémoflagellés des Vertébrés. Cette opinion que j'ai émise dès 1902 a été justifiée par les belles recherches de Schaudinn [1] qui ont montré que *Tryp. noctuæ* se multiplie chez *Culex* sous une forme crithidienne. Pour le *Crithidia* de l'*Anopheles* le fait n'est guère douteux et en ce qui concerne les formes herpétomonadiennes des Taons et des Hématopotes, en raison du mode d'alimentation des hôtes, du nombre, de la forme et de la petitesse des parasites, il est aussi fort possible qu'il s'agisse de stades d'Hémoflagellés [2] ; mais cela n'est pas certain, car on sait qu'il existe des *Herpetomonas* chez des Insectes non piqueurs (*Musca, Sarcophaga. Pollenia, Fucellia* d'après de récentes observations personnelles, etc.) où ils effectuent toute leur évolution (Cf. *H. muscæ domesticæ* d'après Prowazek).

Cette constatation, jointe à l'étroite parenté des trois genres, *Herpetomonas, Crithidia* et *Trypanosoma*, bien mise récemment en lumière par Laveran et Mesnil [3], et accentuée encore par la similitude frappante de leurs stades jeunes et la morphologie de l'*H. subulata*, doit nous engager à rechercher parmi les *Herpetomonas* les ancêtres des

---

[1] Schaudinn. *Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamte*, t. XX, 1904.

[2] A ce point de vue on ne peut s'empêcher de remarquer la grande ressemblance des petites formes fixées d'*Herp. subulata* avec des *Piroplasma*.

[3] Laveran et Mesnil. *Trypanosomes et Trypanosomiases*. Paris, 1904. p. 41.

Trypanosomes à fouet morphologiquement antérieur (type *T. noctuæ* d'après Schaudinn [1]).

Effectuant d'abord leur cycle tout entier chez des Insectes non piqueurs, ces formes herpétomonadiennes se modifièrent progressivement chez ceux d'entre eux qui devinrent hématophages. Là, un milieu nutritif beaucoup plus riche constitué par le sang absorbé puis digéré, provoquait une énorme multiplication du parasite et en même temps le préparait à vivre dans un nouveau milieu. le sang circulant des Vertébrés où il devait finalement parvenir en raison de sa petite taille et du mode d'alimentation de son hôte. Ainsi se trouvait réalisé le type *Trypanosome à fouet antérieur* par développement progressif d'une membrane ondulante que je considère, avec Senn [2], Laveran et Mesnil [3], comme un caractère d'ordre adaptatif, en rapport avec la consistance du milieu dans lequel vivent les parasites.

Les Trypanosomes du sang ne représentent donc qu'une adaptation partielle et secondaire d'un parasite primitivement intestinal ou entéro-cœlomique d'invertébré, ce qui explique pourquoi ils doivent retourner dans celui-ci pour effectuer leur reproduction sexuée.

Les mêmes considérations peuvent d'ailleurs s'appliquer au *Plasmodium* du paludisme dont la schizogonie seule s'effectue dans le sang de l'homme, la reproduction sexuelle exigeant le retour du parasite dans le Moustique.

Quant aux *Trypanosomes à fouet morphologiquement postérieur* (type *T. Ziemanni* d'après Schaudinn [4]), ils paraissent avoir une lignée phylogénétique bien différente des premiers. On sait, en effet, par les observations de Schaudinn, qu'ils se fixent par le pôle opposé au fouet; or, puisque chez les *Herpetomonas* et les *Crithidia* le rostre fixateur est l'homologue d'un fouet antérieur, il est rationnel d'admettre que ces Trypanosomes dérivent de formes primitives pourvues de deux fouets à direction opposée (mais non bipolaires) tels que les *Trypanoplasma* par exemple.

---

[1] Schaudinn. *Loc. cit.*

[2] Senn. *Archiv. f. Protist.* L. B. 2 H., 1902, p. 353.

[3] Laveran et Mesnil. *Loc. cit.*

[4] Schaudinn. *Loc. cit.*

A la suite d'une étude morphologique de ce dernier genre [1] j'avais été conduit à considérer les Trypanosomes en général comme des *Trypanoplasma* ayant perdu leur fouet antérieur. Cette manière de voir est donc trop exclusive ainsi que je l'ai montré plus haut, mais je pense qu'elle peut encore s'appliquer aux Trypanosomes à fouet postérieur. Il y aurait donc dans les Trypanosomes deux types bien distincts, issus de souches différentes, auxquels correspondent du reste, d'après les recherches de Schaudinn [2], deux types différents de développement de l'ookinète.

Un des points les plus importants concernant la morphologie et la systématique des Trypanosomes serait donc de déterminer leur pôle de fixation, ce que nous ignorons actuellement pour la plupart d'entre eux.

---

[1] Léger. *Comptes Rendus A. d. Sc.*, 28 mars et 4 avril 1904.
[2] Schaudinn. *Loc. cit.*

SUR UN NOUVEAU PROTISTE PARASITE DES OTIORHYNQUES[1]

Par M. Louis LÉGER,
Professeur à la Faculté des Sciences

Et M. Edmond HESSE,
Préparateur à la Faculté des Sciences.

Nous désignerons sous le nom de *Mycetosporidium talpa* n. g. n. sp. un nouvel organisme que nous avons rencontré en parasite dans des *Otiorhynchus fuscipes* Ol. recueillis l'été dernier dans les forêts de la Chartreuse.

Le parasite vit dans l'épithélium de l'intestin qu'il envahit rapidement sur toute son étendue. Jamais nous ne l'avons observé dans la cavité générale. Les Otiorhynques infestés sont très rares. Nous en avons rencontré seulement 3 sur une centaine d'individus examinés. Dans l'épithélium atteint, le parasite se trouve à la fois sous la forme végétative et à l'état de spores durables. Nous distinguerons donc dans notre description : 1° les stades végétatifs ; 2° la sporulation.

Stades végétatifs. — A l'état végétatif, le *Mycetosporidium,* toujours dépourvu de membrane, se présente sous forme de plasmodes massifs ou rameux rampant sur la basale en donnant des branches ascendantes intra-épithéliales et sous forme de masses sphériques ou

[1] Communication faite à la Société de Biologie le 21 janvier 1905.

ovoïdes, coccidiformes, logées dans le cytoplasme des cellules épithéliales.

Dans ces formes végétatives on peut distinguer deux types cytologiques. L'un, correspondant au début de l'évolution, est caractérisé par un cytoplasme fortement colorable avec des noyaux extrêmement nombreux, petits et très denses, simulant parfois des amas bactériens. L'autre, précédant la sporulation, possède au contraire un cytoplasme clair avec des granulations graisseuses et de gros noyaux espacés, pourvus d'un karyosome distinct.

Les formes végétatives rampantes du premier type sont des plasmodes souvent en réseau. Elles se multiplient par plasmotomie et par dissociation en éléments généralement mononucléés, fusiformes. Ceux-ci, de 2 μ à peine, donnent naissance à de nouveaux plasmodes ramifiés et aux formes massives intracellulaires. Dans ce dernier cas ils s'installent dans une cellule, au-dessus ou au-dessous du noyau, s'arrondissent, croissent rapidement en multipliant leurs noyaux par mitose et deviennent des masses sphériques multinucléées qui ressemblent, à s'y méprendre, à des Coccidies.

Les formes végétatives du second type, c'est-à-dire celles qui précèdent l'apparition des stades de sporulation, ne forment pas des plasmodes aussi étendus que les premières, dont elles dérivent et auxquelles elles se relient par des transitions insensibles. Elles se dissocient rapidement en éléments mono ou paucinucléés qui restent sur la basale ou s'élèvent vers la lumière intestinale en courtes branches moniliformes. Certains des éléments mononucléés provenant de la dissociation de ces thalles sont fréquemment accolés deux à deux et, à côté de ces couples, on observe des cellules plus grosses avec un seul noyau à taille double. Nous considérons ces grosses cellules à noyau unique comme résultant de la fusion des deux éléments préalablement accouplés. Elles sont le point de départ de la sporulation.

Sporulation. — Les grosses cellules mononucléées qui conduisent aux stades sporulés ou sporanges sont presque toujours situées sur la basale. Elles sont ovoïdes et mesurent en moyenne 8 μ × 6 μ 5. Leur noyau très gros possède un karyosome lenticulaire et un riche réseau chromatique avec un suc nucléaire clair et abondant. Leur cytoplasma finement granuleux montre, par la suite, des granulations

graisseuses. Elles grossissent rapidement en multipliant leurs noyaux par mitose. Ceux-ci ont alors une forme très caractéristique, allongée, le karyosome volumineux occupant l'un des pôles qui, de ce fait, est plus renflé que le reste (noyaux fungiformes).

En grandissant, le parasite sporulant conserve une forme massive, ovoïde ou sphérique. Toutefois la basale, très résistante, le gêne souvent dans son développement; il s'aplatit alors contre elle en prenant une forme de dôme, déformation qui s'observe aussi dans les plasmodes végétatifs massifs. Au terme de sa croissance, le sporange montre une mince membrane colorable et son cytoplasme se découpe en petites masses polyédriques comprenant chacune huit noyaux et séparées par de fines travées partant de la membrane externe. Ainsi se forment les spores qui deviennent bientôt sphériques et munies chacune d'une paroi propre. Le sporange est ordinairement sphérique et atteint en moyenne 30 μ de diamètre. Sa taille est d'ailleurs variable avec le nombre des spores (de 75 à 100) qu'il renferme.

Le sporange effectue donc tout son développement dans l'épithélium, mais il est plus tard expulsé dans la lumière intestinale avec les débris de la cellule qui l'abritait et les spores, alors mises en liberté par la digestion de sa frêle enveloppe, gagnent le milieu extérieur avec les excréments de l'hôte. Les spores sont sphériques, de 5 à 7 μ de diamètre, avec une paroi résistante et vivement colorable : à leur intérieur on distingue huit petits noyaux à chromatine, d'abord en anneau puis massive. Nous pensons qu'ils correspondent à autant de germes dont l'extrême petitesse ne permet pas d'apprécier la forme.

Action sur l'hôte. — Malgré son énorme pouvoir de multiplication, le *Mycetosporidium* n'entraîne pas de réaction proliférative dans l'épithélium envahi, mais il produit de graves désordres mécaniques dans celui-ci, par les innombrables cavernes et galeries qu'il creuse à la base des cellules et qui amènent finalement leur dislocation, leur dégénérescence et leur chute.

Dans une étude plus approfondie nous discuterons les affinités de ce remarquable organisme. Pour le moment, nous croyons qu'elles sont plutôt du côté des Mycétozoaires que des Sporozoaires, bien qu'il ne soit pas sans présenter quelques rapports, peut-être d'ordre phylogénétique, avec les Haplosporidies de Caullery et Mesnil.

NOTES SUR LES MICROSPORIDIES

Par M. Edmond HESSE,

Préparateur à la Faculté des Sciences.

I

Thelohania Legeri n. sp., *Microsporidie nouvelle, parasite des larves d'* **Anopheles maculipennis** Meig.[1].

J'ai eu l'occasion d'observer, dans les larves d'*Anopheles maculipennis* Meig., une Microsporidie nouvelle que ses pansporoblastes octosporés définissent comme appartenant au genre *Thelohania* et qui est remarquable par la taille exceptionnelle de ses spores. Je décris ici ce parasite sous le nom de *Thelohania Legeri*, le dédiant à mon maître, le professeur Léger, sur les conseils duquel j'avais entrepris ces recherches.

Le parasite est rare ; je l'ai rencontré seulement deux fois sur quarante larves déjà grosses recueillies dans les marais de la région littorale entre Cavalière et Saint-Tropez. Il envahit le corps gras, l'intestin restant indemne. Je n'ai pas recherché cette Microsporidie chez les *Anopheles* adultes, mais il ne me paraît pas douteux qu'elle y parvienne, car les larves infestées ne semblaient nullement souffrir de sa présence.

---

[1] Communication faite à la Société de Biologie le 17 décembre 1904.

Dans les larves étudiées, la plupart des parasites avaient atteint le terme de leur évolution et se présentaient à l'état de spores. Ces spores sont retenues ensemble simplement par le cystoplasma de reliquat dégénéré qui subsiste entre elles, le sporonte ne possédant pas ici de membrane différenciée comme chez les autres *Thelohania*.

Les sporontes contenant leurs huit spores mûres sont des corps ellipsoïdaux de 14 à 15 μ de grand axe sur 8 μ de petit axe ou sphériques de 12 μ de diamètre (fig. 8).

Les spores sont ovoïdes, mais à pôles presque semblables, après fixation par le sublimé acétique, le pôle antérieur est presque toujours déformé et aplati. Elles mesurent généralement 8 μ sur 4 μ et présentent une enveloppe épaisse bien distincte, même lorsqu'on les observe à l'état frais. Dans certains sporontes, les spores mesurent seulement 6 μ sur 3 et elles ont une paroi moins épaisse. J'ai observé en outre quelques macrospores isolées de 12 μ sur 5 et dont la forme est semblable à celle des microspores.

Le filament spiral est facilement dévaginé par l'action de l'eau iodée ; il a environ 50 μ de long (fig. 8).

L'hématoxyline ferrique colore dans les spores une grosse masse centrale qui représente vraisemblablement l'appareil capsulaire et le germe (fig. 9). La méthode de Romanovsky différencie dans cette masse centrale un amas chromatique ordinairement formé de quatre grains juxtaposés (fig. 10) représentant l'élément nucléaire primitif qui doit donner naissance ensuite au noyau de la capsule et à ceux du germe, ainsi qu'en témoigne sa division ultérieure, mais c'est un point que je n'ai pas encore suffisamment approfondi.

On sait que d'autres espèces de Culicides sont aussi envahies par les Microsporidies. L. Pfeiffer a signalé un *Nosema* dans des larves de *Culex* sp. ; dernièrement Simond, a fait connaître *Nosema stegomyæ* dans *Stegomya fasciata* Théobald, et démontré que ce parasite ne doit pas être considéré comme l'agent pathogène de la fièvre jaune.

Étant donné ce que l'on sait aujourd'hui sur l'évolution des Microsporidies, et la localisation cœlomique de *Thelohania Legeri*, je ne pense pas que cette espèce puisse être incriminée comme l'agent de quelque maladie transmissible à d'autres animaux par les *Anopheles* infestés.

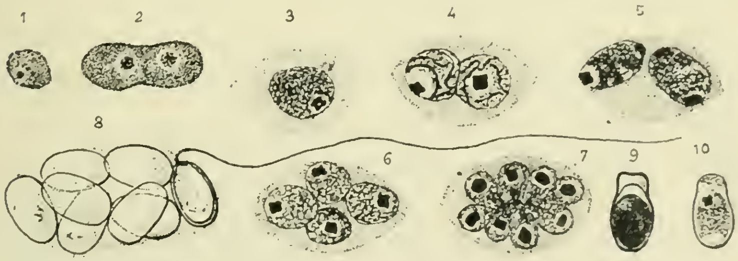
II

Sur le développement de *Thelohania Legeri* Hesse.

Bien que dans les larves d'*Anopheles* infectées par *Thelohania Legeri* Hesse on trouve surtout des spores mûres, on rencontre néanmoins d'autres stades qui permettent de reconstituer les traits principaux du développement du parasite.

Thelohania Legeri se montre sous la forme de mérontes et de sporontes.

Les mérontes sont des corps arrondis de 3 à 4 μ de diamètre, à cytoplasme fortement colorable, à noyau assez petit, formé d'un amas de grains chromatiques entouré par une zone claire. Le méronte grossit et peut atteindre jusqu'à 6 μ de diamètre (fig. 1). Comme chez *Th. Mülleri* L. Pfeiffer, d'après Stempell, les mérontes se divisent par un étranglement transversal du cytoplasme précédé de la division directe du noyau (fig. 2). On observe parfois des chaînes de trois



Thelohania Legeri de l'Anopheles.

1 et 2. Mérontes. 3 à 7. Développement du sporonte. 8. Groupe de huit spores dont une à filament dévaginé. 9. Spore colorée par l'Hém-ferr. 10. Spore color. Rom. × 1800.

mérontes qui se séparent ensuite. La division du noyau n'entraîne pas toujours immédiatement celle du cytoplasme.

Les sporontes au début sont des corps ovalaires, sans paroi différenciée, mesurant de 9 à 10 μ de grand axe sur 4 à 6 de petit axe. Ils possèdent un cytoplasme beaucoup plus clair que celui des

mérontes, un gros noyau à membrane colorable contenant, outre de petits grains de chromatine disposés sur un réseau, un karyosome complexe formé de quatre amas chromatiques (fig. 3).

La division a lieu par une sorte de mitose avec stade spirème (fig. 4) et dédoublement préalable du karyosome dont les deux parties se rendent à deux pôles opposés du noyau où elles semblent jouer un rôle attractif pour la chromatine (fig. 5). Les noyaux-fils se séparent quelquefois, mais le plus souvent ils restent accolés, une nouvelle division ayant lieu avant leur séparation (fig. 6).

Les divisions se succèdent ainsi rapidement jusqu'au stade de 8 noyaux rassemblés en rosette (fig. 7). Ces 8 noyaux se séparent ensuite, la chromatine se condense dans leur intérieur, du cytoplasme s'individualise autour de chacun d'eux et les 8 sporoblastes formés s'entourent d'une membrane épaisse et colorable. Chaque sporonte donne ainsi ces groupes de 8 spores sous lesquels on observe le plus souvent le parasite. On remarque que le volume de chaque sporonte à la fin de la sporulation est notablement plus considérable que dans le cours de ce processus, fait qui paraît dû au gonflement de la substance intermédiaire, laquelle, en dégénérant, forme un produit qui retient quelque temps les spores agglutinées.

III

Sur *Myxocystis Mràzeki* Hesse, Microsporidie parasite de *Limnodrilus Hoffmeisteri* Clap[1].

Au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences qui s'est tenu à Grenoble en août 1904, j'ai signalé, dans *Limnodrilus Hoffmeisteri* Clap., un nouveau *Myxocystis* que j'ai nommé *Myxocystis Mràzeki,* et j'ai montré que ce genre, dont les affinités étaient restées jusque-là incertaines, doit être rangé parmi les Microsporidies, à cause de la présence, dans ses spores, d'un filament spiral facile à mettre en évidence.

Myxocystis Mràzeki envahit d'abord l'épithélium intestinal de

---

[1] Communication faite à la Société de Biologie le 7 janvier 1905.

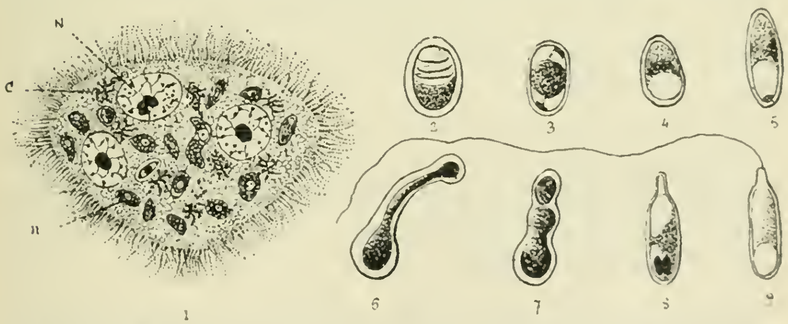
l'hôte ; de là, il peut tomber dans la lumière intestinale ou gagner la cavité générale où il forme parfois des amas très volumineux. Ceux-ci ne sont pas entourés par une enveloppe provenant de la paroi intestinale de l'hôte, comme chez *M. ciliata*, d'après Mràzek.

Le parasite est généralement sphérique (jusqu'à 120 μ de diamètre) ou ellipsoïde ; sa forme peut être modifiée par la pression des tissus de l'hôte ou des masses parasitaires voisines.

L'ectoplasme est très finement granuleux. Il ne contient jamais ni inclusions, ni spores. Souvent très réduit, il présente toujours des expansions ciliaires très caractéristiques (fig. 1), parfois tout à fait filiformes comme chez *M. ciliata*, parfois assez épaisses. Elles sont formées par de l'ectoplasme homogène et non granuleux, comme on pourrait le croire au seul examen de la figure 1. De même que celles qui ont été signalées chez d'autres Myxosporidies par Thélohan et divers auteurs, elles sont toujours immobiles. Ces expansions forment un recouvrement assez épais; elles deviennent plus rares et généralement se flétrissent, s'appliquent contre l'ectoplasma ou tombent lorsque les spores sont développées.

L'endoplasme est finement réticulé, parfois creusé de vacuoles. Au moment de la sporulation, il est très riche en granulations chromatiques dont nous reparlerons ; il renferme les noyaux et les spores.

De très bonne heure, le parasite montre deux sortes de noyaux. Les uns, toujours peu nombreux, sont volumineux et sphériques



1. *Myxocystis Mràzeki*, en voie de sporulation. 2, 3, 4, 5, 6, 7, Spores anormales. 8. Spore normale. 9. Spore à filament dévaginé de 50 μ de long. 1 × 700; 2, 3, 4, 5... × 1500.

(N, fig. 1) ; ils ont une membrane chromatique et contiennent un

gros karyosome central simple ou multiple, fortement colorable et relié à la membrane par un réseau de linine portant de fins grains de chromatine. Ces noyaux persistent après la sporulation. Ils paraissent alors avoir perdu une grande partie de leur chromatine, et ne présentent plus que leur karyosome. Les autres noyaux sont plus petits, irréguliers et parfois excessivement nombreux ; ils possèdent également une membrane colorable et renferment un ou deux petits karyosomes et un riche réseau chromatique (*n*. fig. 1). Ils se multiplient par mitose sans disparition de la membrane. Le centrosome est souvent bien visible à côté de ces noyaux, même lorsqu'ils sont au repos.

Il existe une multiplication plasmotomique, analogue à celle qui a été signalée par Laveran et Mesnil chez *Myxidium Lieberkühni* Bütschli.

Lorsque les petits noyaux sont devenus très nombreux, au point de remplir presque complètement l'endoplasme, du cytoplasme s'individualise autour d'eux tandis que la chromatine se condense à leur intérieur, et chacune des masses ainsi formée va donner une spore. Au cours de ce processus, de nombreuses granulations chromatiques qui paraissent s'échapper des gros noyaux se montrent dans l'endoplasme, d'abord éparses, puis se groupant en amas dendritiques (*c*, fig. 1). On peut les interpréter comme des chromidies d'ordre trophique, car elles ne jouent aucun rôle dans la sporulation.

Les spores (fig. 8) sont normalement des ovoïdes très allongés, de 9 à 10 μ de long sur 1 à 2 μ de large, présentant à leur petite extrémité un prolongement cylindrique très court par lequel s'échappe le filament, lorsque ces spores ont séjourné une heure ou deux dans le liquide physiologique. Il existe, en outre, de nombreuses spores anormales que je considère comme des formes d'involution. Elles peuvent être sphériques, elliptiques, ovoïdes, tubulaires, avec des renflements irrégulièrement distribués (fig. 2, 3, 4, 5, 6 et 7). Certaines (fig. 2) montrent néanmoins le filament spiral.

En terminant, remarquons que les deux Microsporidies observées jusqu'ici chez les Oligochètes appartiennent au genre *Myxocystis* : ce sont *Myxocystis ciliata* Mràzek de *Limnodrilus Claparedianus* R. et *Myxocystis Mràzeki* Hesse de *Limnodrilus Hoffmeisteri* Clap.

EXPLORATIONS GÉOLOGIQUES

EXÉCUTÉES DANS LE

SUD-EST DE LA FRANCE PENDANT L'ANNÉE 1904 [1]

I

FEUILLE DE GRENOBLE
DE LA CARTE AU 80.000e (RÉVISION)
(MASSIF DE LA CHARTREUSE)

Par M. W. KILIAN,
Professeur à la Faculté des Sciences

Et M. P. LORY,
Chargé de conférences à la Faculté des Sciences.

Dans une excursion commune, nous avons revisé les tracés dans la chaîne occidentale de la Chartreuse, entre Currière et le col de la Ruchère. Nous avons constaté que « l'Anticlinal du Couvent » et le synclinal de la Charmette-la Ruchère, fort étirés à leur flanc commun dans la gorge du Guiers-Mort (« faille de la Chartreuse » de Ch. Lory), deviennent complets vers le Nord, par le travers d'Arpizon.

[1] Extrait du *Bulletin des Services de la Carte géologique de France, Compte Rendu des Collaborateurs* pour 1904.

On sait que, si l'on se déplace dans ce massif vers le Nord et vers l'Ouest, on voit les facies néritiques, *jurassiens*, augmenter rapidement d'importance dans le Portlandien, le Berriasien et le Valanginien. Ici, ces facies ont un très beau développement : dans les deux premiers étages abondent les lentilles zoogènes, parfois bréchoïdes, avec *Cidaris glandifera*[1] ; elles se traduisent notamment par une série d'éminences rocheuses dans la combe berriasienne de Chartreusette. Épais de 250 m. et plus, le Valanginien constitue de grandes barres calcaires : sa partie inférieure, encore marneuse à la Grande-Chartreuse, est formée plus à l'Ouest (route d'Arpizon) par des calcaires clairs massifs avec des bancs à Rudistes et d'autres qui ressemblent au marbre bâtard du Jura.

Au sommet du Tithonique nous avons étudié au Billon, près du Couvent, un petit niveau de calcaires marno-grumeleux très fossilifères, reconnu déjà par Ch. Lory ; par sa situation dans la série et par son facies lithologique, il rappelle tout à fait les pseudo-brèches supérieures du Claps-de-Luc (Drôme) et de la Boissière (Ardèche). L'examen de la faune confirme cette homologie ; citons[2] : *Phylloceras Calypso* d'Orb. sp., *Lissoceras Grasi* d'Orb. sp., *L. cristiferum* Opp. sp., *Perisphinctes Richteri* Opp., *P.* cf. *Lorioli* Opp., *Hoplites privasensis* Pict., et formes voisines, *H. carpathicus* Zitt., *H. delphinensis* Kilian. etc. Il est intéressant de retrouver bien caractérisé dans les chaînes subalpines septentrionales ce niveau terminal du Jurassique, qui se différencie d'avec le niveau d'Aizy (*Ardescien* de M. Toucas), notamment par le rôle qu'y jouent *Hoplites delphinensis* et les deux dernières espèces de *Perisphinctes*. C'est, du reste, ce même niveau, *le plus élevé du Tithonique*, qui alterne à la Cluse de Chaille avec les bancs saumâtres du « Purbeckien ».

---

[1] Voir Kilian, *C. R. Collab. Carte géol. de Fr.*, pour 1903, p. 118.

[2] M. V. Paquier avait cité déjà un certain nombre de ces espèces (*Bull. Soc. Statist. Isère*, 1892).

II

FEUILLES DE GRENOBLE ET VIZILLE (RÉVISION) PRIVAS AU 80.000e; LYON ET DIJON AU 320.000e

Par M. W. KILIAN,
Professeur à la Faculté des Sciences.

FEUILLE GRENOBLE (RÉVISION) AU 80.000e

A. **Bas-Dauphiné.** — Continuant mes études sur les dépôts pliocènes et pléistocènes du Bas-Dauphiné, j'ai recueilli plusieurs observations nouvelles :

L'amphithéâtre de Moraines internes de Châbons fait partie d'une ceinture morainique qui, des environs des Abrets à Rives, sert d'origine à des nappes alluviales s'étendant vers la région rhodanienne (La Tour-du-Pin, Longechenal, Châtonnay, etc.), tandis que, *en arrière* de cette ceinture, une suite de dépressions *(cuvettes terminales,* dépressions centrales) bien nette (lac de Paladru, étang du Grand-Lemps, vallée de Virieu-sur-Bourbre), actuellement occupées par une série de tertres glaciaires, réalise d'une façon frappante un type de « paysage morainique ».

J'ai, d'autre part, fait de nombreuses rectifications aux anciens contours géologiques des environs de Rives, Saint-Siméon-de-Bressieux, Montferra, Commelle, Liendieu, Champier et Claix (cônes de déjections).

B. **Vallée de l'Isère.** — Il est intéressant de signaler sur la rive gauche du Graisivaudan des « banquettes glaciaires » assez nettes, en face de la station du Cheylas. Ces témoins rendent particulièrement sensible le *surcreusement* de la vallée (V. les travaux de M. P. Lory).

C. **Massif de la Chartreuse.** — Avec M. P. Lory, je me suis occupé de rectifier les contours de la région montagneuse située entre Chartreusette et le col de la Ruchère, ainsi que les environs de Saint-Laurent-du-Pont (cônes de déjections emboîtés l'un dans l'autre) et la route de Currière (déversement vers l'Ouest et laminage de l'anticlinal de Voreppe). Ce travail nous a permis de constater, notamment, la présence, dans le Tithonique de l'anticlinal de la Grande-Chartreuse, de gros bancs tachetés de calcaire, identiques à ceux qui sont, à la Cluse de Chaille, en relations avec des intercalations saumâtres à fossiles purbeckiens. Nous avons aussi étudié le gisement tithonique supérieur à *Hoplites delphinensis* de Billon et reconnu l'existence de *masses récifales* dans le Berriasien au Nord de Saint-Laurent-du-Pont (Nord-Est de Provenche) et près de Chartreusette ; des intercalations analogues se montrent dans le Valanginien moyen, au-dessous des Calcaires du Fontanil, sur la route forestière de Saint-Laurent à Arpizon (V. plus haut le compte rendu spécial de MM. Kilian et P. Lory).

D. **Aiguille de Quaix.** — Sous le lambeau isolé de calcaire urgonien du sommet de cette montagne, le Barrémien montre une *brusque flexure* des assises à l'Ouest de cette Aiguille, accident correspondant au pli-faille du Néron ; quant au synclinal du Néron, il se continue au Nord de la Vence par une *simple ondulation* des assises infracrétacées à l'Est de l'Aiguille de Quaix.

Dans un ravin latéral de la Vence, en aval du hameau de Pétesset, des argiles rouges, panachées, à lits de rognons calcaires, m'ont fourni des *Limnées* et l'*Helix Ramondi*. Ces assises, fortement redressées, s'appuient sur les calcaires sénoniens et supportent des conglomérats à silex et des argiles rouges, elles-mêmes inférieures à la mollasse marine miocène. Il est intéressant d'avoir retrouvé un affleurement de l'*Aquitanien fossilifère* analogue à celui que Ch. Lory avait signalé jadis à Maupertuis.

FEUILLE VIZILLE (REVISION) AU 80.000e

Des recherches d'Anthracite près de Notre-Dame-de-Vaulx ont, dans les galeries souterraines, rencontré *un plan de glissement (faille)*, incliné vers l'Ouest et confirmé la présence en profondeur,

au droit de la gare de cette localité, d'une série de *plis aigus* du terrain houiller, déversés vers l'Est : elles ont coupé notamment l'extrémité d'un synclinal en V de Trias dont j'avais prévu l'existence. Ainsi se trouve établie la continuation, indiquée par moi, des bandes de Houiller productif vers l'église de Notre-Dame-de-Vaulx. Une nappe de Spilite[1], découverte par moi en affleurements, a été également recoupée en profondeur à la limite du Trias et du Lias.

Les plis dont il s'agit sont refoulés vers l'Est contre la faille susmentionnée, qui est bien connue dans les concessions voisines.

En outre, près de Saint-Théoffrey, j'ai pu également, avec M. Jacob, constater l'existence de la brèche de base du terrain houiller ainsi qu'une série de couches dirigées Nord-Nord-Est et se poursuivant de Pierre-Châtel à la Croix des Berlioz. Le synclinal de Puteville s'amincit et s'effile au Nord-Nord-Est, à l'Ouest de ce faisceau.

Sur la même feuille, j'ai rectifié un certain nombre de contours des dépôts fluvio-glaciaires aux environs de Vif et de Clelles.

FEUILLE PRIVAS AU 180.000e

A. Des explorations dans les terrains mésozoïques (Crétacé) situés à l'Ouest du Rhône (bordure du Massif central) m'ont amené aux considérations suivantes :

La disposition des diverses formations dans le Bas-Vivarais permet de démontrer qu'il y a lieu d'admettre, *avant* l'épanchement des Basaltes miocènes et *avant* le dépôt du Miocène supérieur, la production :

a) De dislocations consistant en un *relèvement* vers l'Ouest de toutes les assises sédimentaires, du Trias à l'Oligocène (Couloubres près du Teil), et en quelques failles locales qui ont ultérieurement servi de passage à des filons basaltiques (Aps, Villeneuve-de-Berg, etc.). Ces mouvements sont antérieurs au Miocène supérieur qui repose en discordance sur les strates valanginiennes inclinées.

---

[1] Roche examinée par M. Termier, qui nous a donné la diagnose suivante : Roche microlithique, presque ophitique. Le feldspath est albitisé ; les autres minéraux sont transformés en chlorite, grains de sidérose ; nids de sidérose et de calcite, accompagnés de schiste fin, quartzeux, un peu calcaire, ilménitifère et limonitifère.

b) Une érosion énergique ayant produit une *ablation* considérable et préparé la surface doucement inclinée vers l'Est sur laquelle vint couler une nappe de Basaltes miocènes, reposant, comme M. Torcapel l'a fait voir, sur les « Alluvions sous-basaltiques » à *Hipparion* d'Aubignas.

Ces conclusions mettent en évidence un fait important : *l'antériorité des dislocations du Bas-Vivarais par rapport aux plissements subalpins* qui sont pour la plupart *postpontiens,* et leur contemporanéité avec les plis antepontiens d'une partie de la Provence.

B. Je signalerai aussi sur les hauteurs qui entourent Balazuc ainsi qu'en différents autres points, l'existence à plus de 50 mètres au-dessus des vallées actuelles de gros galets de basalte, de granite, de grès triasiques très rubéfiés qui sont attribuables à des *alluvions pliocènes* analogues aux cailloutis des plateaux du Bas-Dauphiné.

Outre les restes de ces alluvions *pliocènes,* il existe dans tout le bassin de la Basse-Ardèche de nombreuses terrasses *pléistocènes,* toutes facilement reconnaissables à des galets basaltiques qu'elles contiennent (Villeneuve-de-Berg, près la gare, environs de la Villedieu, de Lussas, entre le Teil et Mélas) ; on peut en distinguer *deux* niveaux.

Enfin un petit plateau élevé de 20 mètres environ au-dessus du ruisseau de Frayal porte une couverture de Lehm à *Helix hispida* au Sud-Ouest du Teil.

C. Sur la rive gauche du Rhône, le massif néocomien situé au Sud de Loriol et au Nord-Est de Marsanne nous a fourni, à M. G. Sayn et à moi, au-dessus d'un Hauterivien marno-calcaire, les fossiles barrémiens suivants, contenus dans des calcaires bicolores en gros bancs : *Lytoceras Phestus, Macroscaphites Yvani, Costidiscus recticostatus* et un Gastropode indéterminable.

Ces calcaires fossilifères sont surmontés par des couches à *Nemausina neocomiensis ;* puis par des calcaires de teinte claire, à cassure oblique qui sont sans doute attribuables à l'Aptien inférieur, mais qu'il est difficile de délimiter des précédents.

D. J'ai pu constater, sur toute la bordure du Massif central, du

Pouzin à Balazuc, la constance des divers horizons du Jurassique supérieur tels que les a décrits M. Toucas. Il y a lieu de remarquer qu'à mesure que l'on s'élève dans la série, du Bajocien au Tithonique, on remarque *le caractère de moins en moins littoral et de moins en moins néritique* des dépôts.

L'Oxfordien se fait remarquer, notamment près de la gare de Saint-Paul-le-Jeune (feuille d'Alais) par ses niveaux rognonneux à nodules, de teinte parfois lie de vin, très riches en Céphalopodes (*Phyll. tortisulcatum. Ochetoceras arolicum, Ochet. canaliculatum, Perisphinctes plicatilis* (forme type), *Perisphinctes crotalinus*, etc., etc.). Ces intercalations rappellent d'une façon frappante, mais avec une nature plus marneuse, le facies des « calcaires de Guillestre » dans les Alpes dauphinoises.

On est conduit à penser que la nature de moins en moins néritique des dépôts jurassiques de cette bordure correspondait à une *transgressivité* de plus en plus accentuée des mers *vers l'Ouest ;* l'érosion aurait fait disparaître les dépôts plus occidentaux, à facies sans doute plus littoral, du Malm.

FEUILLE LYON AU 320.000e

A. **Savoie.** — Dans la vallée de l'Arc, en Maurienne, j'ai pu constater quelques faits nouveaux assez importants ; ce sont notamment :

1° La découverte, près de Saint-Félix, de marbres rosés et verdâtres à *Globigérines* du Malm briançonnais avec des caractères identiques à ceux des affleurements des environs Est de Vallouise ; ces assises se poursuivent au Sud de Montricher (les Fuselières près des Combes) ; M. Révil les a retrouvés à Claret sur la rive droite de l'Arc ; *elles étaient inconnues en Maurienne.* Sur la feuille Saint-Jean-de-Maurienne, ces dépôts avaient été attribués par moi au Trias. L'examen microscopique m'en a depuis révélé la véritable nature, confirmée par leur position entre le Lias et l'Éogène.

2° J'ai reconnu dans les assises éogènes situées entre Montricher et Le Bouchet, dont j'ai fait l'étude détaillée, que les calcaires à Nummulites, découverts jadis par Pillet, forment des *pointements*

anticlinaux au milieu des grès et des schistes éogènes dans la partie médiane de la bande synclinale de la zone des Aiguilles d'Arves, sur les bords de laquelle le facies calcaire à *Orthophragmina* et grandes Nummulites n'apparaît plus. Il semble, d'après la disposition des bancs, que les calcaires du Pont du Bouchet constituent plutôt des voûtes anticlinales que de simples masses lenticulaires.

Près du village de Montricher, des *brèches polygéniques* fines ou grossières (calvaire de Montricher) forment des bancs importants dans cette même formation éogène.

3° Aux Echapours (Les Chapours), près de Mont-Vernier, j'ai retrouvé au-dessus des grès et des poudingues siliceux (Anagénites) du Trias inférieur, une intercalation de *mélaphyre* (spilite) schisteux et riche en pyrite, supportant les gypses du Trias, eux-mêmes surmontés par le Lias. A quelques kilomètres en amont, près de la chapelle de Mont-Vernier, les quartzites et anagénites du Trias font défaut, la nappe de Spilite, supportant des dolomies « cargneulisantes », reposent *sur les tranches* des Schistes cristallins. Plus en amont encore, les quartzites réapparaissent au Châtel et dans le village de Montandré. Cette intermittence du Trias inférieur est attribuable à des *étirements mécaniques*.

4° Entre Épierre et Aiguebelle, la vallée de l'Arc montre, au confluent des vallons latéraux, « des indices très nets de *surcreusement* », accusés par une brusque rupture de pente et un encaissement de ces affluents ; l'ancien niveau de l'Arc est indiqué par des *terrasses d'érosion* qui correspondent probablement au niveau des alluvions *interglaciaires* de la terrasse de Coise près de Montmeliase.

B. **Bas-Dauphiné.** — La coordination des données relatives aux formations alluviales du Pliocène et du Pléistocène m'a permis de constater :

a) Le développement près de Saint-Jean-d'Avelanne, au Sud de Pont-de-Beauvoisin, d'*alluvions* fluvio-glaciaires formant des nappes étendues ;

b) L'existence dans la région voisine de la vallée du Rhône, à Roussillon, Anjou, Épinouze, Beaurepaire, Tourdan, de deux ter-

rasses intermédiaires entre les « cailloutis des Plateaux » (Pliocène supérieur) et la « *haute terrasse* » pléistocènes ; ce sont : *a)* la terrasse du *plateau de la Louze,* près de Roussillon ; *b)* la terrasse du *plateau du Chapeau* (Roussillon). Au voisinage d'Agnan-Saint-Sorlin, de Bougé-Chambalud et d'Épinouze, on retrouve des niveaux occupant une altitude supérieure à celle de la « Haute terrasse » (Faramans-Jarcieu), offrant une altération plus avancée des éléments et une rubéfaction (ferrétisation) plus profonde au voisinage de la surface. Les terrasses sont l'équivalent des « Deckenschotter » de M. Penck ; elles sont, comme du reste aussi la « Haute terrasse » pléistocène (entre Faramans et Pisieu) fréquemment recouvertes d'une puissante couche de limon (Lœss ?) allant jusqu'à 2 mètres d'épaisseur.

C. **Haut-Vivarais.** — J'ai constaté la présence d'Alluvions anciennes à une notable altitude au-dessus de la Loire entre le Pont d'Issarlès et la Chapelle-Graillouze.

FEUILLE DIJON AU 320.000e

J'ai eu l'occasion de faire, dans la portion nord de la feuille Montbéliard au 80.000e, une observation nouvelle.

Dans le vallon des Valettes, près de Courmont (Haute-Saône), affleurent sous les dépôts permiens des roches contenant de nombreuses « mouches » d'azurite et considérées jusqu'à présent comme des arkoses permiennes, malgré leur allure différente de celle de ces derniers dépôts. L'examen micrographique de ces roches, fait par M. Termier, a montré qu'il s'agissait probablement de *microgranites* et d'argilolithes analogues à ceux qui affleurent (dans le bois de Terrier) dans le bombement anticlinal voisin. La superposition directe, aux Valettes, du grès rouge permien à ces microgranites, sans l'interposition du terrain houiller dont le sondage de Lomont a constaté la présence à peu de distance, s'expliquerait par la *transgressivité* des dépôts permo-houillers sur le bord sud du synclinal antestéphanien de Ronchamp.

VISITES HYDROLOGIQUES

Sur les 39 projets d'adduction d'eaux soumis à mon examen et à celui de mes collaborateurs, j'ai tenu à en étudier 12 moi-même ; ce sont les suivants :

Sillans (Isère), deuxième examen. — Eaux phréatiques, dans un vallon creusé au sein des poudingues miocènes.

Saint-Siméon-de-Bressieux (Isère). — Nappes dans le Miocène supérieur.

Montferra (Isère). — Nappe fournie par les dépôts miocènes.

Pont-de-Beauvoisin (Isère). — Nappe dans les Alluvions fluvio-glaciaires.

Claix (Isère). — Eaux fournies par des intercalations marneuses de Valanginien (Calcaire du Fontanil).

Chaponnay (Isère). — Nappe occasionnée par les marnes du Miocène supérieur.

Roussillon (Isère). — Nappe existant à la surface des marnes pliocènes et sous une nappe d'alluvions.

Lieudieu (Isère). — Eaux fournies par les limons imperméables du Pliocène supérieur.

Issarlès (Ardèche). — Filets d'eau circulant dans des fissures du Granite décomposé.

Saint-Paul-le-Jeune (Ardèche). — Eaux imprégnant des éboulis de grès triasiques.

Banne (Ardèche). — Eaux circulant dans des grès triasiques.

Saint-Cirgues-en-Montagne (Ardèche). — Eau des fissures du Granite.

Les 27 autres projets ont été soigneusement étudiés par MM. Lory, Ch. Jacob et P. Reboul.

RECHERCHES SUR LE JURASSIQUE MOYEN
ENTRE GRENOBLE ET GAP

Par M. P. LORY,

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences.

Au cours de mes explorations géologiques dans la bordure des chaînes alpines, j'ai eu l'occasion de réunir des observations assez nombreuses sur la stratigraphie du Jurassique moyen.

Avant d'exposer les données qu'elles fournissent, je tiens à adresser mes remerciements à mon cher Maître, M. Kilian, dont les bienveillants conseils et l'érudition si sûre ne m'ont jamais fait défaut durant mon travail de laboratoire. M. le professeur Haug, si excellent connaisseur de ce terrain et dont les magistrales études ont constamment été mon guide, a bien voulu prendre connaissance de cette Note au cours de son exécution et me faire des observations précieuses. Je dois encore des remerciements à MM. Riche et Tornquist pour les renseignements qu'ils m'ont obligeamment fournis, à MM. Gevrey, Lafont, Laporte et D. Martin pour les fossiles qu'ils m'ont communiqués.

Je dois définir d'abord dans quelle acception est pris ici le terme de Jurassique moyen, les stratigraphes n'attribuant pas tous la même extension verticale à cette série. Sur sa limite supérieure, cependant, l'accord est fait pour la placer au-dessous de la zone à *Macrocephalites macrocephalus*. La plupart des géologues français mettent la limite inférieure entre les zones à *Harpoceras opalinum* et à *Harpoc. Murchisonæ*, rapportées respectivement au Toarcien et au

Bajocien. Une autre opinion a, par contre, prévalu depuis longtemps parmi les géologues allemands : elle regarde la zone à *Lytoceras jurense* comme terminant le Lias et réunit au « Jura brun » les couches à *Lytoceras torulosum* et à *Harpoceras opalinum*. Dès 1864, M. Mayer-Eymar a proposé[1] de grouper en un étage l'*Aalénien*, cette moitié supérieure du Toarcien de d'Orbigny et la base de son Bajocien. C'est la solution à laquelle s'est rallié mon savant maître, M. Haug[2]; il l'a précisée et étayée d'arguments paléontologiques, dont la force a été reconnue par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent[3] et qui m'ont déterminé à adopter aussi pour le Jurassique moyen cette limite inférieure et cette division en trois étages : Aalénien, Bajocien, Bathonien. Nous verrons qu'elles se trouvent cadrer à peu près, coïncidence commode pour les études, avec les principaux changements de la sédimentation dans la région considérée.

HISTORIQUE

Le Jurassique moyen de la bordure des chaînes alpines était resté peu connu jusqu'à ces dernières années : l'on n'y possédait que deux repères, les faunes bajociennes de la Table[4], déterminée par Dumortier[5], et d'Entrepierres en Bas-Valgaudemar, signalée par le même géologue d'après des renseignements de Ch. Lory[6] ; mon père avait, en effet, reconnu les gisements bajociens et bathoniens du Bas-Valgaudemar, mais sans en publier la description ni la faune.

Plus récemment, la collection patiemment recueillie par M. David Martin, dans cette même section de la vallée du Drac, permit à M. Haug de poursuivre jusque-là, dans sa thèse[7], la reconnaissance

---

[1] Ch. Mayer, Tableau synchronistique des Terrains jurassiques.

[2] E. Haug, Sur l'étage Aalénien (*B. S. G. F.*, 3, t. XX, p. CLXXIV-VI, 1892).

[3] Munier-Chalmas et de Lapparent, Nomenclature des Terrains sédimentaires, (*B. S. G. F.*, 3, t. XXI, 1893).

[4] Partie N. du massif d'Allevard.

[5] In L. Pillet, Observ. sur les fossiles de la Table (*Mém. Acad. Savoie*, 2e série, t. XII).

[6] E. Dumortier, « M. Lory a recueilli, à Entrepierres, *Am. Humphriesi, viator, Sowerbyi, Brongniarti.* »

[7] E. Haug, Les Chaînes subalpines entre Gap et Digne, (*B. Ca. G. F.*, t. III, 1891).

d'une partie au moins des zones qu'il avait distinguées plus au Sud avec tant de sagacité.

Depuis, les études de M. V. Paquier le long de la chaîne de Belledonne [1], les travaux de MM. Haug et Ritter en Savoie, mes propres recherches vers La Mure, Saint-Firmin, Poligny [2], etc., ont notablement précisé nos connaissances sur ce terrain ; j'ai pu caractériser dans la bordure des Chaînes alpines la plupart de ses zones à Céphalopodes [3].

Répartition des affleurements. — Le Jurassique moyen affleure tout le long du Bord subalpin au Sud de Grenoble [4], puis au Sud du Pelvoux, dans le massif de Chaillol. Au delà du col Bayard, les affleurements du Gapençais sont connus par les travaux de M. Haug. Enfin ce terrain se montre de nouveau à l'extrémité méridionale du massif de Céuze, grâce aux accidents de La Saulce et de Vitrolles.

Caractères généraux. — Le Jurassique moyen est formé de calcaires et surtout de calcaires marneux et de marnes. Leur couleur est noire, leur patine parfois grise ou marron.

Des marnes sont partout l'élément essentiel de l'Aalénien [5] ; en beaucoup d'endroits elles contiennent des fossiles pyriteux ou limoniteux (environs de La Mure, Pellafol, Les Costes, La Motte-en-Champsaur, etc.). Au contraire, dans le Bajocien inférieur les calcaires peu marneux prédominent partout fortement. Les marnes, qui peuvent faire totalement défaut à ce niveau, se développent de nouveau dans le Bajocien supérieur : ces lits marneux contiennent un second niveau à fossiles ferrugineux en Champsaur, en Gapençais, où cet horizon a été décrit par M. Haug, et vers Vitrolles. Le Bathonien, bien que je n'aie guère réussi à le caractériser paléontologique-

---

[1] V. Paquier, Contrib. à l'étude du Bajocien de la bordure O. de Belledonne (*Ann. Univ. Grenoble*, t. VI, n° 1).

[2] P. Lory, *C. R. Ca. G.* pour 1894, 1896, 1898, 1902.

[3] P. Lory, Zones du Jurassique inférieur et moyen dans la bordure extérieure des chaînes alpines (*B. S. G. F.*, 4, t. III, p. 460).

[4] Ch. Lory, feuille *Vizille* de la carte géologique de France ; Kilian, *C. R. Coll. Ca. G.* pour 1893 et 1894 ; P. Lory, *id.* 1894.

[5] P. Lory, *C. R. Ca. G.* pour 1898 et 1902 ; *Congr. géol.* de 1900, Livr.-Guide, Exc. XIII^{b}.

ment, est forcément représenté dans la série continue de marnes schisteuses qui relie le Bajocien supérieur au Callovien.

Nous verrons l'ensemble des trois étages atteindre vers le Nord une très grande puissance, probablement un millier de mètres dans le Bord subalpin, région où l'élément calcaire est très prédominant. Cette épaisseur diminue beaucoup le long du Pelvoux, où la proportion des marnes augmente jusqu'à devenir prépondérante et où les calcaires ont une structure rognoneuse plus ou moins marquée.

Les caractéristiques principales de la faune sont : l'abondance des Posidonomyes *(P. alpina* Gras) répandues un peu dans toutes les assises ; l'abondance, assez grande aussi, des Bélemnites et des Ammonitides [1] dans certaines couches de l'Aalénien et du Bajocien, leur rareté extrême dans le Bathonien ; un cachet méditerranéen assez accusé, car les *Phylloceras* et *Lytoceras* sont en forte proportion : cependant les formes communes avec l'Europe moyenne restent les plus nombreuses.

En somme, le facies est marin et vaseux, sans indices d'influences littorales. Il y aura d'ailleurs lieu de revenir sur les conditions de dépôt, après avoir passé en revue les subdivisions de la série.

AALÉNIEN

(De la zone à *Dumortieria pseudoradiosa* à la zone à *Harpoceras concavum.)*

Descriptions locales. — Dans le *Massif de La Mure*, cet étage est presque entièrement constitué par des calcaires très marneux associés à des lits de marne en proportions variables et contenant parfois des parties mal individualisées de calcaire plus dur. Cette assise est noire, à patine marron et quelquefois rougeâtre. Elle est irrégulièrement schisteuse. Sur les surfaces dénudées et altérées elle offre l'aspect d'une assise de marnes.

Cet étage occupe, dans la partie méridionale du dôme, les dépres-

---

[1] Les Ammonites se présentent : dans les couches marneuses, soit à l'état de moules calcaires écrasés, soit, pour les tours internes, à l'état de moules en pyrite ou en limonite ; dans les calcaires durs, en moules calcaires peu déformés et conservant assez souvent une partie du test transformé en calcite ; elles ont souvent servi de centre d'attraction au calcaire durant la consolidation.

sions, les conques et une bonne portion des pentes extérieures. Moins résistant que les calcaires bajociens et surtout que ceux du Lias (type de Laffrey), il détermine des collets qui séparent leurs affleurements : ainsi derrrière le Mont Simon et au-dessus des Chusins. Il se montre jusqu'à l'extrémité Nord de la Mateysine, sur les pentes inférieures du Grand-Serre.

L'épaisseur ne dépasse pas 40 mètres.

Les Ammonites, les *Harpoceras* en particulier, sont par endroits assez abondantes, mais généralement en très mauvais état. Quant aux Posidonomyes, elles emplissent certains lits de marne ; sur le chemin des Rioux à l'écurie Paulin, notamment (fig. 1), il en est qui sont tout semés de petites taches blanches, débris altérés de ces fossiles.

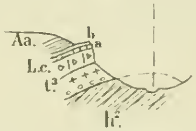


Fig. 1.

h². Houiller.
t³. Trias.
L.c. Calcaire à Entroques,
a. Couche à *Harpoc. bifrons*.
b. Couches à miches calcaires avec *Catulloceras Dumortieri*.
Aa. Schistes aaléniens.

Ce sommet de la falaise occidentale du vallon de Prunières est particulièrement intéressant pour la base de l'Aalénien. Sur le chemin, entre les couches schisteuses à *Harpoceras* du groupe de *Murchisonæ* (*Ludwigia*) vers le haut et de *aalense* (*Grammoceras, Pleydellia* Buckm.)[1] vers le bas et le calcaire liasique à entroques, existe une petite assise, épaisse de 6 à 7 mètres, où se produit le passage d'un facies à l'autre. Elle est formée de calcaire dur, où sont encore disséminées des parcelles spathiques qui rendent sa cassure miroitante, en rognons enrobés dans du ciment calcaréo-marneux qui augmente d'importance vers le haut. Les Bélemnites et Ammonites ne sont pas trop rares dans cette assise. Parmi les dernières, les *Phylloceras* prédominent (*Ph. Nilssoni, Ph.* sp. nov.), mais il y a en outre quelques *Lytoceras* (*L.* gr. de *jurense*), quelques rares *Harpoceras* et surtout des Polymorphidés (*Catulloceras Dumortieri, Dumortieria* gr. de *Levesquei*) : c'est la première station

---

[1] Au moment où cette Note allait être envoyée à l'impression a paru le tome LVIII de la *Palæontographical Society*, contenant la douzième partie du grand Mémoire de M. S. Buckman (*The inferior Oolite Ammonites*). Je n'ai pu tenir compte ici du remaniement complet, avec profusion exagérée de genres nouveaux, que ce « troisième Supplément » introduit dans la classification d'une partie des Hildocératidés.

où aient été reconnus dans nos Alpes les « Dumortieria-beds ». Je dois ajouter que je n'ai pas rencontré ces Ammonites dans les lits tout à fait inférieurs, ceux qui passent au calcaire à entroques : comme il n'y a pas apparence de discontinuité, ils doivent représenter le sommet du Lias, la zone à *Grammoceras fallaciosum* et *Gr. striatulum*. A quelques centaines de mètres de là, sur la même falaise, j'ai recueilli au sommet des calcaires de Laffrey *Hildoceras bifrons* [1] et dans les schistes qui les recouvrent directement quelques Ammonites ferrugineuses, notamment à quelques décimètres de leur base *Catulloceras Dumortieri*. Les couches à rognons sont donc un facies tout local des zones-limite entre le Toarcien et l'Aalénien, facies qui passe latéralement aux schistes.

Le long du chaînon liasique, l'Aalénien n'a pas encore fourni de fossiles ; mais par continuité on doit admettre qu'il y est encore représenté, avec une épaisseur plus grande, par des schistes calcaréo-marneux. Ces mêmes schistes se retrouvent sous le Bajocien du Beaumont, où de nombreux affleurements en permettraient l'étude.

Vers Pellafol, l'étage est plus marneux. Au bas de la Ruine des Payas, sur les marno-calcaires à *Hildoceras bifrons*, on observe [2] une assise de marnes très noires, dont certains lits sont riches en *Harpoceras* du groupe de *H. aalense*, puis une autre de marnes grisâtres avec lits de calcaire marneux contenant des *Harpoceras (Lioceras)* du groupe de *H. concavum*, et enfin une troisième de marnes plus calcarifères, à fossiles pyriteux, gros *Lytoceras* et *Phylloceras* du groupe de *Ph. heterophyllum*. C'est très probablement de cette dernière couche que provient un bel échantillon de *Phylloceras* déposé au Museum de Grenoble.

Plus en amont, dans le Bas-Valgaudemar, l'élément calcaire reste très prédominant jusque dans la zone à *Harpoceras opalinum* : car j'ai trouvé, aux Préaux de Saint-Firmin, cette espèce et *Erycites fallax* sous les marnes noires, dans des bancs calcaires un peu schisteux, associés à quelques délits marneux, qui terminent la grande

---

[1] P. Lory, *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. IV, p. 138, 1898, et *C. R. Ca G. F.* pour 1898.

[2] Les fossiles de cette localité m'ont, pour la plupart, été remis par M. Laporte, inspecteur des Forêts, que je suis heureux de remercier ici.

masse des calcaires vaseux noirs. La division classique du Lias vaseux dauphinois en « Lias calcaire » et « Lias schisteux » ne s'applique donc pas à cette partie du Pelvoux : les calcaires y comprennent tout le Lias, au sens de ce mot le plus usité en France, les schistes n'y commencent qu'avec le Bajocien *sensu lato*, l'assise des marnes noires à patine marron, plus ou moins schisteuses, avec quelques lits discontinus et des rognons mal individualisés de calcaire marneux dans certaines couches, correspondant seulement aux zones à *Harpoc. Murchisonæ* et à *Harpoc. concavum*. Elle n'a pas 40 mètres vers Saint-Firmin (Château des Herbeys et l'Hôpital), mais elle s'épaissit vers le Sud, en même temps qu'elle devient plus fossilifère. A l'Est de l'église des Costes, de basses pentes ravinées m'ont fourni, à l'état ferrugineux, *Tmetoceras scissum, Erycites fallax, Hammatoceras planinsigne, Harpoceras Lucyi*, etc., c'est-à-dire une partie de la faune typique de la zone à *H. Murchisonæ*.

ZONES

D'après ce qui précède, les quatre zones qu'admet dans l'Aalénien M. Haug[1] sont caractérisées paléontologiquement dans la région.

a) Zone a Dumortieria pseudoradiosa. — Partie supérieure des calcaires en miches des Rioux de Prunières ; partie (vers la base) des schistes à fossiles pyriteux un peu plus au Nord.

Belemnites sp.

Phylloceras Nilssoni Hébert.

Phylloceras sp. nov., à sept larges sillons formant sur le moule interne autant de secteurs faiblement déprimés,

Phylloceras sp., à neuf sillons faiblement arqués vers l'avant, plissant le pourtour de l'ombilic.

Phylloceras heterophyllum Sow.

Lytoceras sp.

---

[1] La plupart des auteurs ne distinguent pas encore la zone à *Dumortieria pseudoradiosa*, niveau caractérisé en premier lieu par M. Buckman sous le nom de *Dumortieria beds* ; ils la confondent le plus ordinairement avec la zone sous-jacente, à *Harpoceras fallaciosum*, sous le nom de zone à *Lytoceras jurense*.

Polymorphidés : ce groupe est représenté par d'assez nombreux échantillons, parmi lesquels on reconnaît :

Catulloceras Dumortieri (Thiollière) Dumortier (Ét. pal. Bassin du Rhône, p. 269, Pl. LVII, f. 3-4) = probablement *Am. elmagus* de Gregorio (*Ann. géol. et pal.*, 2e livr., p. 7. Pl. I, f. 3). 1 ex. calc., 1 ex. limonite. — *Dumortieria* gr. de *Levesquei* Orb. (voir E. Haug, Polymorphidés).

Harpoceras sp.

Inoceramus sp.

b) Zone a Harpoceras opalinum. — Partie des marnes schisteuses de La Mure, Pellafol, etc. Calcaires schisteux des Préaux de Saint-Firmin.

Phylloceras vorticosum Dumortier sp. — Les Préaux.

Harpoceras (Grammoceras) fluitans Dum. sp. (Dumortier, *l. c.*, Pl. LI, f. 7-8 ; Buckman. Inf. Ool. Ammon., Pl. XXX, f. 1). — Sur les Rioux.

Harpoceras (Grammoc.) cf. *subcomptum* Branco. Se rapporte probablement à *Grammoceras subcomptum* Buckm (*l. c.*, Pl. XXX, f. 11-12), forme qui me paraît distincte du type de Branco (Unter. Dogger v. D.-Loth., Pl. V, f. 3). — Pellafol (M. Laporte).

Harpoceras (Grammoc.) aalense Zieten sp. — Pellafol (M. Laporte).

Harpoceras (Grammoc.) cf. *aalense* Zieten. — Pellafol (M. Laporte).

Harpoceras (Grammoc. ?) costula Reinecke sp. — Pellafol (M. Laporte).

Harpoceras (Lioceras) opalinum Rein. sp. (cf. Buckm., I. O. Am. Suppl., Pl. X, f. 6). D'après M. Buckman, *Harpoc. opalinum* type a pour niveau en Angleterre la « *Seissi* hemera ». c'est-à-dire l'horizon intermédiaire entre le principal niveau des *Harpoceras* opalinoïdes « *Opaliniformis* hemera », et celui de *Harp. Murchisonæ*. — Les Préaux.

Harpoceras (*Lioc.*) gr. de *opalinum* Rein. Se rapporte probablement à *Lioceras bifidatum* Buckm. (Suppl., Pl. VII, f. 1-6). — Les Préaux.

Erycites fallax Benecke sp. (*Benecke's Beitræge*, t. I, p. 171, Pl. VI, f. 1-3). — 1 ex. écrasé, mais possédant une grande partie de sa loge ; Les Préaux.

Il ressort de cette liste que la couche fossilifère des Préaux occupe

un niveau légèrement plus élevé que celle de Pellafol. Elles correspondent respectivement, la première à la sous-zone à *Harpoceras opalinum* (niveau principal), la seconde à la sous-zone à *Harpoceras aalense*.

c) Zone a Harpoceras Murchisonæ. — Marnes calcarifères à limonite du Bas-Champsaur : Les Costes, La Motte, Les Infournas.

Phylloceras sp.

Harpoceras (*Lioceras*) cf. *opalinum* Reinecke sp. — Les Costes.

Harpoceras (*Lioceras*) gr. de *bifidatum* et de *plicatellum* Buckman, formes de la « Scissi hemera ».

Harpoceras (*Ludwigia*) *Lucyi* Buckm. (*l. c.*, Pl, XXI, f. 7). — Les Costes : 1 fragment qui me semble, notamment par le fort espacement et la forme de ses côtes, se rapporter à cette espèce, dont le type provient de la zone à *H. concavum*.

Hammatoceras planinsigne Vacek (Ool. San Vigilio, p. 89, Pl. XIII). — Les Costes : 1 jeune exemplaire, se rapportant à la fig. 2 de M. Vacek, avec cependant des côtes un peu plus rétrorses et un peu plus espacées.

Erycites fallax Benecke sp. (*Benecke's Beitr.*, t. I, p. 171, Pl. VI, f. 1-3). — Les Costes : ex. se rapportant, comme ceux que M. Haug a signalés dans la zone à *H. concavum*, à la variété figurée par M. Vacek (*l. c.*, Pl. XV, f. 5-6). On sait que Dumortier a aussi figuré cette espèce de La Verpillière. Elle va de la subdivision supérieure de la zone à *H. opalinum* à la zone à *H. concavum*.

Tmetoceras scissum Ben. sp. (*l. c.*, p. 170, Pl. VI, f. 4 = *Am. Regleyi* Thioll. in Dum.). — Le type de cette espèce, comme ceux des deux précédentes, provient de l'Oolithe à *Harpoc. Murchisonæ* du Cap San Vigilio ; M. Vacek l'a d'ailleurs figurée à nouveau dans son mémoire classique sur ce gisement. Mais Dumortier et MM. Brasil[1] et Buckman l'ont décrite aussi de la zone à *H. opalinum* ; ainsi que je l'ai indiqué ci-dessus, dans les subdivisions de dernier ordre de M. Buckman la « *Scissi* hemera » se place au sommet de cette dernière zone. — Fragments d'un assez grand nombre d'exemplaires : c'est le fossile caractéristique de ces gisements et le seul que j'aie pu

---

[1] Sur le niveau à *Am. opalinus* en Normandie (*B. S. G. de Normandie*, t. XV, 1893).

déterminer spécifiquement dans ceux de La Motte et des Infournas.

Malgré le petit nombre d'espèces que comprend cette faunule, son attribution à la zone à *Harpoceras Murchisonæ* n'est pas douteuse : tous les éléments s'en rencontrent à ce niveau, dont est caractéristique l'association de *Hammatoceras planinsigne* avec *Erycites fallax* et *Tmetoceras scissum*.

Ceci est même d'un réel intérêt : notre gisement comble en partie la lacune que M. Haug signalait à ce niveau [1] dans notre connaissance des faunes céphalopodiques des Alpes occidentales.

La présence de *H. Lucyi* indique peut-être que les couches à limonite des Costes sont fossilifères jusque dans la zone à *H. concavum*.

d) Zone a Harpoceras concavum. — Marnes et marno-calcaires, parfois à rognons, de Pellafol, du ravin d'Entrepierres, du Collet de La Motte.

Harpoceras (Lioceras) concavum Sow. sp. (Min. Conch. v. 1, Pl. XCIV). — Ruine de Pellafol, var. à côtes fines, cf. in Buckman, Pl. VIII, f. 3[2]. — Entrepierres, fragment avec des cloisons qui montrent bien les caractères de celles de *Lioceras*. — Le Collet de La Motte, une variété à côtes fortement coudées.

Harpoceras (Lioceras) bradfordense Buckm. — Je rapporte avec doute à cette espèce une forme dont les côtes sont fortes même sur la moitié interne des flancs et que j'ai recueillie. avec la précédente, au Collet. Le type de *Lioc. bradfordense* provient du sommet de la zone à *Harpoc. Murchisonæ* (« *Bradfordensis* hemera »).

Harpoceras (Ludwigia) rudis Buckm. — Très jeunes exemplaires des Costes et du Collet de La Motte.

La Mure. — Aux listes précédentes il convient d'ajouter quelques Ammonites ferrugineuses recueillies, à des niveaux que je ne puis suffisamment préciser, dans les marnes calcarifères à patine marron du massif de La Mure :

Phylloceras cf. *ultramontanum* Zittel (*Jahrb. d. g. Reichsanst.*

---

[1] Thèse, p. 62.

[2] Voir aussi A. Riche, Zone à *Lioceras concavum* du Mont-d'Or (*Ann. Univ. Lyon*, 1904, p. 80).

t. XIX, Pl. I, f. 4-6. Voir aussi Vacek, Ool. San Vigilio, Pl. V, f. 15-20). — Mont Simon? (M. Lafont).

Harpoceras (Ludwigia) gr. de *Murchisonæ* Sow. — Prunières (M. Lafont).

Harpoceras (Grammoceras) aalense Ziet. sp. — Mont Simon (M. Lafont), var. = *Am. candidus* Orb.

Erycites fallax Benec. sp. — Mont Simon (M. Lafont).

Tmetoceras scissum Benecke sp. — La Sauzie.

On voit que cette assise correspond, ou à peu près, à l'ensemble de l'Aalénien.

BAJOCIEN

(De la zone à *Witchellia læviuscula* à la zone à *Garantiana Garanti*.)

Par l'adoption de l'Aalénien, le Bajocien se trouve réduit aux parties moyenne et supérieure de l'étage qu'avait créé d'Orbigny ; il répond seulement aux quatre zones à *Witchellia læviuscula* et *Sonninia Sowerbyi*, à *Sphæroceras (Normannites) Sauzei*, à *Witchellia Romani* et à *Cosmoceras (Strenoceras) subfurcatum* et *Cosmoc. (Garantiana) Garanti*[1].

Les trois premières, qui constituent le Bajocien inférieur, sont ordinairement représentées par des calcaires noirs, où les fossiles sont à l'état de moules calcaires ; la dernière, par des marnes schisteuses grises ou noires à petites Ammonites ferrugineuses, avec lits de calcaire marneux : c'est le niveau à Ammonites ferrugineuses du Gapençais (gisement de Sainte-Marguerite, connu de longue date)[2]. Les calcaires déterminent des ressauts, talus raides ou petites crêtes au-dessus de l'Aalénien ; les marnes forment le bord des dépressions correspondant à l'ensemble schisteux qui va du Bajocien supérieur à l'Oxfordien supérieur.

Descriptions locales. — *Massif de La Mure.* — Le Bajocien n'y a été reconnu qu'en 1894, où M. Lafont recueillit, sur les pentes

---

[1] En prenant cette zone avec l'extension que lui a attribuée M. Haug (*Thèse*, p. 72).

[2] E. Haug, *Thèse*, p. 73.

bordant le plateau de la Mateysine au Nord de la ville, des *Cœloceras (Stepheoceras)* du groupe de *Humphriesi* (Kilian et Lory, in *C. R. Ca. G.* pour 1894). Ces Ammonites provenaient de calcaires marneux, noir bleuâtre, en bancs épais, affectés de schistosité; puissants de plus de 100 mètres, ils passent par la base aux marno-calcaires aaléniens. Ils n'ont été conservés que sur le pourtour Sud-Est du dôme.

Trièves. — C'est au Bajocien qu'appartiennent les « couches à *Ammonites Backeriæ* » signalées par Ch. Lory [1] dans ses « calcaires sous-oxfordiens » au Collet entre Mens et Saint-Jean-d'Hérans. Ce sont encore en partie des calcaires marneux, en bancs pour la plupart épais, en partie aussi des calcaires durs, légèrement zonés et pouvant être semés de petites parcelles spathiques : ici, ces deux types vont d'ailleurs continuer à jouer un rôle dans la série qui sépare les assises fossilifères du Bajocien et du Callovien inférieur. Grâce à ces couches résistantes, le Bajocien détermine une ride saillante entre les combes aalénienne et oxfordienne, depuis Jarrie jusqu'au pont de Ponsonnas. Vers le pont de Brion, ses calcaires dépassent 200 mètres d'épaisseur.

Entre Touages et Villard-de-Touages, une coupure transversale montre la succession suivante :

a) Calcaires un peu marneux sans fossiles.

b) Id. avec *Phylloceras Circe, Lytoceras* sp., *Sphæroceras (Normannites) Sauzei*, surtout d'abondantes Sonninínées (*Sonninia* gr. de *sulcata* et gr. de *corrugata*, *Witchellia* gr. de *Edouardi*), quelques *Harpoceras*, des *Aptychus*, quelques Lamellibranches et Pentacrines. Certains bancs ont leurs surfaces littéralement couvertes d'Ammonites. — 30 mètres environ.

c) Calcaires marneux à *Cancellophycus*, avec beaucoup moins de Sonnininées ; c'est maintenant *Cœloceras (Stepheoceras)* qui prédomine (*St. Bigoti*, etc.) avec *Normannites Braikenridgii*. — 20 mètres environ.

d) Calcaires marneux sans fossiles.

Il est évident que les assises *b)* et *c)* appartiennent respectivement, l'une aux deux zones à *Witchellia* et à *Normannites Sauzei*, que de

---

[1] *Descr. Dauph.*, p. 254 et p. 257.

nouvelles études permettront probablement d'y séparer, l'autre à la zone à *Witchellia Romani*.

A l'origine du ruisseau de Touages, son vallon est revêtu, rive droite, par les couches à Sonnininées, avec notamment *Witchellia* gr. de *Edouardi*. En allant de là au point 1.005, on voit ce Bajocien inférieur recouvert par des calcaires schisteux, plus marneux, associés à des bancs durs et légèrement zonés.

Les gros bancs riches en grands *Cœloceras* du gr. de *Humphriesi* se remarquent aussi en *Beaumont*, notamment au Sud de La Salle. Ils ont des surfaces bosselées et sont parfois séparés par des lits plus minces et plus marneux.

Haut-Drac. — Le Bas-Valgaudemar offre, sur la rive droite de la Séveraisse, une série d'affleurements fossilifères du Bajocien : Lalley, Entrepierres, Mandaty, Les Costes. La constitution lithologique de l'étage diffère ici assez notablement de celle que nous venons de voir. La meilleure coupe se présente le long du chemin de Mandaty [1].

Sur les marnes calcarifères de l'Aalénien reposent :

a) Calcaires avec délits marneux : 20 mètres environ. D'abord quelques couches régulières de calcaire, avec délits marneux : peu fossilifères, quelques Bélemnites et *Lytoceras*. Puis des calcaires durs, en couches noduleuses à surfaces mamelonnées, ou même simplement en rognons durs emballés dans de la marne ; des délits marneux noirs. Les Ammonites abondent, généralement de grande taille mais mal conservées ; elles ont souvent, comme c'est habituel dans les facies rognoneux, servi de noyau de concentration au calcaire : *Phylloceras* cf. *isomorphum*, *Oppelia præradiata*, *Stepheoceras* gr. de *Humphriesi*, *Sonninia corrugata*, avec *Cancellophycus scoparius*.

b) Trois lits calcaires à surface patinée de jaune, à nombreuses Bélemnites et à *Cosmoceras (Garantiana)* gr. de *Garanti*, forment la base d'une couche, épaisse d'environ 6 mètres, de marne friable avec très petits lits espacés de calcaire marneux. Les Ammonites, en

---

[1] Des notes inédites de Ch. Lory en contenaient déjà un relevé et les fossiles correspondants étaient déposés dans les collections du Laboratoire de l'Université de Grenoble.

moules calcaires écrasés, pullulent, notamment les *Phylloceras (Ph. viator)*, *Lytoceras*, *Garantiana*, *Parkinsonia (P. ferruginea)*, et encore *Stepheoceras*. *Posidonomya alpina* emplit les marnes et y atteint une grande taille.

c) Près de la maison de Mandaty, les calcaires marneux reprennent de l'importance sur une hauteur de 5 à 6 mètres. Ils forment des lits et des rognons et, comme Ch. Lory l'avait reconnu, contiennent encore des Céphalopodes, quoique en abondance beaucoup moindre que dans *b)* : ce sont, avec quelques Bélemnites, *Phylloceras* gr. de *viator*, *Lytoceras tripartitum*, *Cœloceras* sp., *Parkinsonia ferruginea*, *Park. neuffensis* var. Les lits marneux contiennent encore des Posidonomyes et quelques Ammonites ferrugineuses.

d) Enfin, à Mandaty même commence une puissante assise de marnes assez grasses, se délitant en minces fragments ordinairement allongés. Les surfaces des lits sont d'un noir luisant. *Posidonomya alpina* continue à pulluler à certains niveaux. On remarque, en outre, quelques petites Ammonites ferrugineuses, des *Phylloceras* surtout, et pas mal de *Rhynchoteuthis*. Mais surtout, un cachet spécial est donné à cette faune par la présence de petits Oursins *(Prototiara)*, de Crinoïdes et de petits Brachiopodes.

Cette succession me paraît se prêter à une interprétation assez précise : l'assise *a)* correspond aux zones à *Normannites Sauzei* et à *Witchellia Romani ; b)* représente le Bajocien supérieur, la zone à *Garantiana Garanti ; c)* la base du Bathonien, à *Lytoceras tripartitum*, et *d)* la suite de cet étage. On voit combien l'épaisseur du Bajocien est réduite ; elle n'atteint plus 30 mètres. Le facies n'ayant pas beaucoup changé, cette réduction d'épaisseur est l'indice d'une descente plus lente qu'en Trièves et en Beaumont.

Le Bajocien, ou tout au moins ses zones inférieures, calcaires, reste peu puissant dans le *Bas-Champsaur*. On sait que M. Haug a signalé[1], d'après la collection D. Martin, des fossiles caractéristiques de ces zones aux Costes et à Poligny. Dans cette dernière localité, sur les marnes aaléniennes à *Posidonomya alpina*, on trouve une assise de calcaires noduleux, durs et bleu noir à la base, puis marneux et

[1] Thèse, p. 87.

associés à des lits marneux[1]. Ils ont fourni quelques Bélemnites, *Phylloceras mediterraneum*, des *Cœloceras* assez abondants dont *Stepheoc. Humphriesi*, *Sphæroceras polyschides*, etc. Au-dessus commence la série schisteuse à Posidonomyes. Elle est très fossilifère d'abord, dans quelques mètres de calcaires très marneux et dans les premiers lits de marnes gris noir : *Parkinsonia Parkinsoni*, *Strenoceras subfurcatum*, *Stepheoceras* sp., des *Phylloceras*, *Lytoceras pygmæum*, ce dernier prédominant parmi les petites Ammonites ferrugineuses des marnes. C'est, on le voit, du Bajocien supérieur typique.

En divers autres points du Champsaur (Charbillac, colline en face des Infournas, etc.), les Ammonites ferrugineuses sont aussi assez abondantes dans la partie inférieure des marnes. Mais, comme d'ailleurs à Poligny, quand on a dépassé les premiers lits, ce sont presque uniquement des *Phylloceras* de très petite taille et indéterminables.

Dans les premières pentes du massif de Chaillol sur le Pont-du-Fossé, le Bajocien constitue les noyaux anticlinaux d'une série de plis empilés. Ses calcaires, encore en partie noduleux, offrent deux variétés : l'ordinaire, à cassure mate, à pâte fine, ici souvent bleutée, qui, près de La Coche, nous a fourni *Cœloceras Blagdeni*[2] ; puis une variété plus dure, à cassure semi-cristalline. Au-dessus viennent des schistes, à surfaces souvent cirées, avec encore des lits de calcaire noir un peu cristallin.

ZONES

Zones a Witchellia læviuscula et Sphæroceras (Normannites) Sauzei. — L'horizon inférieur à *Witchellia*, niveau principal de *Sonninia Sowerbyi* pour la plupart des auteurs, a d'abord été distingué en Angleterre par M. Buckman, puis retrouvé en Normandie par

---

[1] Cette assise dure détermine un ressaut dans les basses pentes, en face de Saint-Bonnet ; elle y est exploitée dans de petites carrières.

[2] Excursion de MM. E. Haug, P. Lory et D. Martin (*C. R. Collab. Ca. G. F.* pour 1899, p. 105).

Munier-Chalmas[1]; il faut probablement, comme l'a remarqué M. Haug[2], en voir un équivalent dans les couches des environs de Toulon que MM. H. Douvillé et Zurcher ont décrites[3] sous le nom de « zone à *Am. Sowerbyi* ». Il est rationnel d'admettre ce terme, à la suite de MM. Munier-Chalmas et de Lapparent, dans l'échelle des zones médiojurassiques ; mais dans les Alpes nous ne sommes pas encore à même de distinguer ses représentants d'avec ceux de la zone à *Normann. Sauzei*. En ce qui concerne la région, la forte prédominance des Sonnininées à la partie inférieure des calcaires dans certaines localités, à Touages notamment, donne à penser que la zone inférieure est fossilifère : la liste ci-dessous doit donc être regardée comme comprenant des fossiles des deux zones. Les principaux types lithologiques sont les calcaires marneux à Sonnininées des environs de Mens et la partie inférieure des calcaires noduleux du Haut-Drac. En dehors des Posidonomyes, leur faune est surtout constituée par des Sonnininées et des *Sphæroceras*. En voici une liste, que de nouvelles recherches allongeraient certainement.

Phylloceras gr. de *isomorphum* Gemmellaro. — Mandaty.

Phylloceras Circe Hébert (*B. S. G. F.*, 2e s., t. XXIII, p. 526, fig. 2). — Touages ; Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug) ; Poligny (coll. Martin).

Lytoceras sp.

Sonninia. — 1. Groupe de *S. Sowerbyi*.

Sonninia Sowerbyi Miller *in* Sow. (*Min. Conch.* Pl. CCXIII ; voir Waagen, *G. P. Beitr.*, t. I, p. 590, Pl. XXVII, f. 2). Cette espèce, dont le niveau principal est à la base du Bajocien, n'a été que très rarement rencontrée dans les Alpes occidentales ; sur le bord des chaînes alpines, un seul exemplaire a été cité sous ce nom (liste des fossiles de la Table, par Dumortier *in* Pillet (l. c.), et encore M. Paquier (l. c., p. 69) hésite à confirmer cette détermination. — Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug).

Sonninia propinquans Bayle sp. (*Waagenia*, Explic. Carte géol., Pl. LXXXIV). — Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug) ; Touages ?

---

[1] *C. R. S. G. F.*, 1892, p. CLXV.

[2] *B. S. G. F.*, 3, t. XX, p. 326.

[3] *B. S. G. F.*, 3, t. XIII, p. 9-44.

Sonninia corrugata Sow. sp. non Douvillé. — Les Costes (Coll. Martin); Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug); Mandaty; Touages.

C'est à ce groupe que paraissent se rapporter la plupart des *Sonninia* mal conservées qui abondent à Touages.

2. Gr. de *S. sulcata*. — *Sonninia sulcata* Buckm. sp. (*Lillia sulcata* Buckm., Inf. Ool., p. 109, Pl. XXII, f. 32-33 : Haug, *B. S. G. F.*, l. c., Pl. IX, f. 1-3, et Pl. X, f. 9). — Touages.

Sonninia sp. aff. *sulcata* Buckm. — Touages, notamment un petit exemplaire possédant un péristome à longues apophyses jugales spatuliformes; il en est de même pour un échantillon de Mandaty.

Witchellia, groupe de *W. Edouardi*.

Witchellia cf. *Edouardi* Orb. — Mandaty.

Witchellia sp. aff. *Edouardi* Orb. — Touages.

Witchellia sp. nov., à côtes plus espacées et méplat latéro-ventral plus accentué. — Entre Mens et Saint-Jean-d'Hérans.

Sphæroceras (Normannites) Sauzei Orb. sp. — Le Puy de Poligny (Coll. Martin) : 2 ex., dont un de la variété naine citée. des Basses-Alpes, par M. Haug; l'autre, au contraire, d'une variété à évolution plus lente que chez le type. Je crois pouvoir attribuer, en outre, à cette importante espèce deux petits échantillons de Touages et de Mandaty.

Sphæroceras (*Cadomites*) *polyschides* Waag. sp. (Waagen, *l. c.*, p. 603; = *Am. Gervillii* Quenstedt; Cephalopoden, p. 187, Pl. XV, f. 11, non Sow.; Greppin, Bajoc. sup. des env. de Bâle, *Pal. suis.*, t. XX, p. 31, Pl. I-III). Espèce très répandue, très caractéristique de la zone à *Sauzei*, mais dont on est resté sans bonnes figures jusqu'au mémoire de M. Greppin. — Poligny (Coll. Martin); Bas-Valgaudemar (Coll. Martin : *Sph.* cf. *polyschides* in Haug).

FOSSILES DE NIVEAU INDÉTERMINÉ DANS LES CALCAIRES BAJOCIENS

Pour quelques-unes des formes recueillies dans les calcaires du Bajocien, je ne suis pas en mesure de préciser de quelle zone elles proviennent. Ce sont :

Phylloceras Circe Hébert. — Poligny (P. L.).

Phylloceras aff. *Kunthi* Neumayr (Jurastudien, p. 16, t. XIII, f. 1 :

le type est de la zone à *Macroceph. macrocephalus*). — Entrepierres (C. Templier, Univ. Grenoble).

Sonninia gr. de *corrugata* Sow. — Certains exemplaires du Haut-Drac (Coll. Martin) pourraient bien être de la zone à *W. Romani*.

Oppelia præradiata Douvillé (*B. S. G. F.*, 3, t. XIII, Pl. III, f. 6-7). — 1 ex. bien conforme aux types de la « zone à *Amm. Sowerbyi* » de Normandie et de Provence ; cette espèce monte jusque dans la zone à *W. Romani* (Haug). — Mandaty (Ch. Lory).

Sphæroceras polymerum Waagen sp. (*l. c.*, p. 605) = *Amm. Brongniarti* Orb. pars (Pl. CXXXVII, f. 1-2) non Sow. Espèce fréquente dans les deux zones à *Sauzei* et à *Romani*. — Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug).

Cœloceras (*Stepheoceras*) gr. de *Humphriesi* Sow. — Bien que les représentants de ce groupe ne deviennent abondants que dans la moitié supérieure des calcaires bajociens, ils existent dans toute leur épaisseur : il convient donc d'en parler dès maintenant. La figure de Sowerby (*Min. Conch.*, Pl. D, f. 1) est assez difficile à interpréter. M. Haug lui assimile (Thèse, p. 69) un des *Ammonites Humphriesianus macer* de Quenstedt (Schwæb. Jura, t. LXV, f. 11). Le type de cette même variété diffère spécifiquement de *Cœloceras Humphriesi*; mais il est douteux qu'il faille, avec M. v. Hochstetter[1], l'identifier à *Cœloc. Baylei* Opp. sp. : on sait que sous ce nom Oppel a distingué (Juraformation, p. 377) la forme à croissance extrêmement lente que la planche CXXXIII de la Paléontologie française figure comme *Am. Humphriesianus*. Cette dernière dénomination est encore appliquée par Quenstedt à d'autres formes en réalité distinctes de l'espèce de Sowerby : une d'elles (Schwæb. Jura, t. LXV, f. 9) a été appelée *Cœloceras Bigoti* par Munier-Chalmas, une autre (Cephalopoden, t. XIV, f. 7 ; Schw. J., t. LXVI, f. 5-6) *Stephanoceras turgidum* Behrendsen mscr. par M. Wermbter[2]. Enfin le second type de d'Orbigny (Pl. CXXXIV)[3], forme à tours renflés et embrassants, à croissance

---

[1] Klippe von Saint-Veit, *J. d. kk. geol. Reichsanst.*, 1897.

[2] H. Wermbter, Gebirgsbau des Leinethales (*N. Jb. f. M. G. u. P.*, Beilage-Band VII, 1891, p. 271).

[3] Figuré aussi par Bayle (Explic. Ca. G. Fr., Pl. LI, f. 2) et par M. Steinmann (Caracoles, *Beitraege G. u. P. v. Südamerika*, t. XII, f. 7).

rapide, a bien une valeur spécifique ; MM. Behrendsen et Wermbter en ont fait *Stephanoceras psilacanthum* [1] ; le nom de *Cœloceras cosmopoliticum*, donné par M. W. Moericke [2], est postérieur et doit tomber en synonymie.

Parmi les échantillons de ce groupe recueillis, sans précision de niveau, dans les calcaires bajociens, on reconnaît :

Cœloceras (Stepheoceras) Humphriesi Sow. sp. — Canal de Poligny (Coll. Martin *in* Haug ; P. L.).

Cœl. (Steph.) psilacanthum (Behr. mscr.) Wermbter sp. — Entre-pierres (Ch. L.) ; canal de Poligny (P. L.), var. à côtes serrées, passage à *Steph. Freycineti* Bayle.

Cœl. (Steph.) Freycineti Bayle sp. (Explic. Ca. G. Fr. Pl. LI, f. 1). Cette espèce, à croissance médiocrement rapide, est remarquable par sa costulation droite et serrée. — Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug).

Zone a Witchellia Romani. — Calcaires marneux à *Cancellophycus* du Trièves ; partie des calcaires noduleux du Haut-Drac.

La faune de cette zone est moins bien représentée dans la région que celle de la précédente. L'abondance des *Cœloceras* (*Stepheoceras*) du groupe de *Humphriesi* en est le trait dominant et l'on pourrait être tenté d'appeler encore ce niveau, avec Oppel et bien d'autres, « zone à *Ammonites Humphriesianus* [3] » ; mais, ainsi que l'a fait remarquer M. Haug (Thèse, p. 69), il est inadmissible que l'on conserve pour fossile caractéristique de ce niveau une espèce qui abonde déjà dans celui de *Norman. Sauzei*. Voici la liste de cette faune :

Belemnites sp.

Phylloceras mediterraneum Neumayr (*Jb. d. kk. Reichsanst.*, 1871, Jurastudien, Pl. XVII, f. 2-5). — Poligny (Coll. Martin *in* Haug).

---

[1] Wermbter, *l. c.* ; O. Behrendsen, *N. Jb.*, 1891, v. II, p. 91. M. Tornquist a bien voulu, avec une obligeance dont je le remercie, m'indiquer les références bibliographiques concernant cette espèce.

[2] W. Moericke, Versteiner. d. Lias u. Unterool. v. Chile (*Beitræge G. u. P. v. Südamerika, N. Jb.* Beilage-B. IX, p. 20).

[3] La dernière édition (1903) de l'*Abrégé de Géologie* de M. de Lapparent distingue une zone à *Humphriesi* au-dessus de la zone à *Romani* : la solution ne semble pas heureuse.

Lytoceras gr. de *ophioneum* Benecke (*G. P. Beitræge*. I, t. VI, f. 5). — Touages, part. sup.

Oppelia sp. gr. de *subradiata* Sow. — Touages, part. sup.

Sonninia sp. Id.

Cœloceras (*Stepheoceras*) gr. de *Humphriesi* Sow., sp. ind. — Touages, part. sup., c. Nantison.

Cœloceras (*Stepheoceras*) *Bigoti* Mun.-Chalm. sp. — Touages, part. sup.

Cœloceras (*Stepheoceras*) *subcoronatum* Oppel sp. (Juraformation. p. 376) = *Am. coronatus oolithicus* Quenstedt (Cephalopoden, t. XIV, f. 4). — Touages (P. L.), Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug). Canal de Poligny (P. L.).

Cœloceras Blagdeni Sow. sp. — Bas-Valgaudemar (Coll. Martin *in* Haug). — Canal de Poligny (P. L.). Les Costes (P. L.). La Coche (P. L. et Haug).

Normannites Braikenridgii Sow. sp. — Les Costes (Coll. Martin), 2 ex. dont un d'une variété ; Touages.

Posidonomya alpina Gras. — c. Touages, Bas-Valgaudemar, etc.

Cancellophycus scoparius. c.

Niveau de Cœloceras Blagdeni. — M. Haug avait indiqué (Thèse, p. 70 et p. 72) que, si *Cœloceras Blagdeni* se rencontre dans l'horizon typique de *Witchellia Romani* des Basses-Alpes. cette espèce a son gisement principal dans les couches immédiatement au-dessus, où elle est associée à *Normannites Braikenridgii* Sow. et parfois à *Sphæroceras Brongniarti* Sow. M. Haug laissait ce niveau groupé avec la zone à *W. Romani ;* mais par l'examen de la petite faune qu'il a fournie dans le Mont-d'Or lyonnais, M. A. Riche a montré (*op. cit.*, p. 65) qu'il se parallélisait avec l'horizon inférieur distingué dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux par M. L. Brasil [1]. On se trouve donc placé dans cette alternative : ou bien, revenant à peu près à l'opinion d'Oppel, classer la base de l'Oolithe ferrugineuse dans la zone à *W. Romani*, donc dans le Bajocien inférieur ; la présence de *Witchellia*. l'abondance de *Stepheoceras*, l'absence de *Strenoceras*. militent grandement en faveur de cette solution ; ou bien, avec les

---

[1] Bajocien de Normandie (*B. Lab. Géol. Caen*. 2e ann., 5).

auteurs récents, mettre l'Oolithe ferrugineuse tout entière dans le Bajocien supérieur (la présence d'*Oppelia subradiata* Sow. dès sa base peut être invoquée en ce sens) : il faudrait alors rapporter aussi à ce sous-étage le sommet de nos calcaires, niveau principal de *Cœloc. Blagdeni.*

BAJOCIEN SUPÉRIEUR

(Zone à Oppelia subradiata, Garantiana Garanti, Strenoceras subfurcatum.)

Marno-calcaires avec bancs durs du Trièves ; marno-calcaires (marnes schisteuses prédominantes dans le haut), à Posidonomyes et Ammonites calcaires et pyriteuses, du Haut-Drac ; schistes avec lits noduleux de calcaire semicristallin du revers sud de Chaillol.

Bélemnites : nombreux fragments, appartenant notamment à des *Belemnopsis*.

Phylloceras abondants : dans les gisements pyriteux ils forment habituellement plus des trois quarts de la faune ammonitique ; mais la plupart sont indéterminables.

Phylloceras viator Orb. sp. — Abondant dans tous les gisements.

Phylloceras sp. gr. de *heterophyllum*, probablement *Ph. Kudernatschi* v. Hauer *in* Neumayr. — Mandaty.

Phylloceras gr. de *Capitanei :* plusieurs espèces.

Lytoceras : ce genre prédomine à Poligny dans les premiers lits des schistes à Ammonites pyriteuses.

Lytoceras pymæum Orb. sp. — Poligny (C. Martin *in* Haug), ex. ferrugineux ; Mandaty, ex. calcaire.

Strenoceras subfurcatum Zieten sp. (Verstein. Würtemb., Pl. VII, f. 6) = *Am. niortensis* Orb. = *Am. bifurcatus* Quenst. non Ziet. — Cette espèce, si caractéristique du Bajocien supérieur, est assez rare dans la région : Poligny (C. Martin *in* Haug), ex. ferrug. ; Mandaty, ex. calc.

Garantiana gr. de *Garanti* Orb. (*Gar. Garanti* Orb. sp. sensu lato). — c., surtout à Mandaty. J'ai pu y reconnaître *G. Garanti* Orb. sp. elle-même.

Stepheoceras sp. ind. gr. de *Humphriesi* Sow. — Mandaty.

Parkinsonia Parkinsoni Sow. sp. (voir Schlippe, *Abh. z. geol.*

Karte Els.-Lothr, vol. IV, p. 207). — Poligny, ex. ferrug. (C. Martin *in* Haug); Mandaty, ex. douteux.

Parkinsonia ferruginea (Opp.) Schlippe (*l. c.*, t. VI, f. 2). — Mandaty, plusieurs ex.; les Sebeyrannes (les Infournas), un ex. ferrug.

Perisphinctes Martinsi Orb. sp. — Poligny, ex. calc. (P. L.).

Perisphinctes Lucretius Orb. sp. (Prodrome, I, p. 262). — Poligny, ex. ferrug. (C. Martin *in* Haug).

Posidonomya alpina Gras. — c. c. Dans le Bas-Valgaudemar et le Champsaur c'est le niveau où cette espèce est le plus abondante. Dans les lits calcaires, où naturellement les Posidonomyes sont moins écrasées que dans les schistes, on voit que plusieurs variétés sont représentées.

La plupart des auteurs regardent encore le Bajocien supérieur comme formé d'une seule zone, ayant pour type le plus net l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux et pour fossile caractéristique soit *Parkinsonia Parkinsoni* (Oppel), soit *Oppelia subradiata* (Munier-Chalmas)[1], soit *Strenoceras subfurcatum* (M. Haug), soit *Garantiana Garanti* (M. de Lapparent). *Parkinsonia Parkinsoni* n'est point un fossile de zone, puisqu'elle traverse tout le Bathonien. D'après les recherches si précises de M. Brasil (l. c.), seule des quatre espèces ci-dessus *Oppelia subradiata* existe dans toute l'épaisseur de l'Oolithe ferrugineuse; y étant de plus cantonnée, elle peut servir à désigner l'assise. Mais l'évolution de la faune montre que celle-ci a une compréhension disproportionnée à celle des zones précédentes et qu'il y aura lieu de la subdiviser. Déjà nous avons vu que son horizon inférieur (à *Witchellia Edouardi* Orb. sp., *Cœloceras Blagdeni* Sow. sp.) paraît se rattacher plutôt au Bajocien inférieur; il est douteux que les trois autres niveaux distingués par M. Brasil aient la valeur d'autant de zones[2]; plus probablement on arrivera à en admettre deux : une zone inférieure à *Strenoceras subfurcatum* Ziet. sp.[3], une supérieure à *Cadomoceras cadomense* Defr. sp.

---

[1] Sur les terrains jurassiques de Normandie, *B. S. G. F.*, 3, t. XIX, p. CVIII.

[2] Il est important de remarquer toutefois la concordance entre ces divisions de l'Oolithe de Bayeux et les « *Blagdeni, Niortensis, Garantianæ, Truellei hemeræ* » de M. Buckman (Inf. Ool. Amm., 1er suppl., *Pal. Soc.*, v. LII).

[3] M. Brasil et M. Riche ont montré la très faible extension verticale de cette espèce.

BATHONIEN

Deux zones seulement ont été jusqu'ici bien caractérisées dans cet étage : 1° zone à *Oppelia fusca;* 2° zone à *Oppelia aspidoides.*

Les gisements de la première dans les Basses-Alpes ont une grande notoriété[1] ; nous avons vu que dans le Haut-Drac elle paraît représentée par les marno-calcaires de Mandaty à *Lytoceras tripartitum ;* mais le plus souvent elle ne peut être caractérisée, car au-dessus du Bajocien marno-calcaire les Ammonites se réduisent à quelques *Phylloceras* puis disparaissent, et presque partout la faune n'est plus alors constituée que par des Posidonomyes. Moins reconnaissable encore est la zone supérieure ; le gisement de Chaudon, près Digne, reste le seul des Alpes françaises qui en ait fourni la faune.

Mais l'existence de tout le Bathonien dans la région résulte de la continuité de sédimentation vaseuse que l'on constate entre le Bajocien et le Callovien partout où la succession est observable[2]. Ainsi sur le revers S. E. de la colline de Saint-Jean-d'Hérans, près de Mens, on suit une série continue depuis les calcaires bajociens à *Sonninia* jusqu'au gisement callovien, depuis longtemps connu, à *Perisphinctes Orion* Opp. sp. et *Erymnoceras* gr. de *coronatum* Brug.

On peut dire ainsi que le Bathonien affleure dans les mêmes parties de la région que le Bajocien, le massif de La Mure excepté. Les marnes schisteuses, gris noir, prédominent partout dans sa constitution ; vers le Sud, dans le Bas-Valgaudemar[3] et le Champsaur, elles existent seules ou associées seulement à quelques lits de calcaire marneux tendre, l'étage se confond alors avec le Callovien sous le facies de *schistes à Posidonomyes.* Au N. O. les lits de calcaire marneux sont plus rapprochés, et même des bancs minces de calcaire dur s'intercalent de distance en distance ; l'épaisseur devient peut-être, en même

---

1 E. Haug, Thèse, p. 79.

2 Le nombre des bonnes coupes est restreint, parce que le Bathonien fait partie de la bande de terrains tendres où s'est creusé le sillon du Bord subalpin et que, par suite, les dépôts quaternaires le recouvrent le plus souvent.

3 Voir ci-dessus, p. 138, la coupe de Mandaty.

temps, plus forte que dans le Sud, mais cette variation est moins grande que pour le Bajocien.

Zone a Oppelia fusca, Lytoceras tripartitum. — Marno-calcaires et partie inférieure des marnes feuilletées de Mandaty. Les premiers ont fourni la faune suivante, partie calcaire partie ferrugineuse :

Phylloceras viator Orb. sp.

Phyll. subobtusum Kudernatsch (Swinitza, t. II, f. 1–3 ; voir aussi Gemmellaro, *l. c.*, t. XVIII. f. 2) : espèce qui paraît bien voisine de la précédente.

Phyll. sp. gr. de *heterophyllum* (peut-être *Phyll. Kunthi* Neum.).

Phyll. sp. gr. de *mediterraneum* Neum.

Lytoceras tripartitum Raspail *pars emend.* d'Orbigny. — a. c.

Oppelia sp. ind.

Stepheoceras sp. gr. de *Humphriesi*, forme des couches à *Lytoc. tripartitum* de Chaudon.

Parkinsonia ferruginea (Oppel) Schlippe.

Parkinsonia neuffensis (Oppel) Schloenbach (voir Schlippe, *l. c.*, t. V, f. 1), variété à côtes plus serrées que dans le type.— un ex. à la base.

Patoceras sp. — A la suite de M. Haug (Thèse, p. 75-76), je range dans le genre *Patoceras* Meek les déroulés du groupe de *annulatum* et *orbignyanum*, auxquels on avait antérieurement appliqué, bien à tort, les noms de *Ancyloceras*, *Hamites*, *Toxoceras*, etc.

Posidonomya alpina Gras. c.

Le cachet bathonien de cette faunule n'a pas toute la netteté désirable. Les espèces tout à fait caractéristiques font défaut, si l'on excepte un exemplaire non typique de *Parkinsonia neuffensis ;* cependant sa présence, celle d'un *Stepheoceras* du Bathonien inférieur de Chaudon, l'abondance de *Lytoceras tripartitum,* la disparition de *Garantiana Garanti,* si fréquente au-dessous, rendent probable l'équivalence de cette assise avec les couches à *Lytoc. tripartitum* des Basses-Alpes, représentant si fossilifère (les Dourbes, Chaudon, le Bas-Aurans, etc.) de la zone à *Oppelia fusca.*

Remarques. — On n'a pas jusqu'ici de données suffisantes pour répartir entre cette zone et le Bajocien supérieur la partie inférieure

des schistes. à *Phylloceras* ferrugineux ; ces couches m'ont aussi fourni à Charbillac un *Morphoceras*.

Dans les combes du pied du Vercors, on n'a encore trouvé qu'une seule Ammonite déterminable : c'est une belle *Parkinsonia*, recueillie par M. Gevrey à Chenicourt, près Saint-Michel-les-Portes, à un niveau élevé qui semble indiquer le Bathonien :

Parkinsonia Parkinsoni Sow. sp., var. aff. *P. ferruginea* (Opp.) Schlippe. La forme générale est celle de *P. Parkinsoni* telle que l'a figurée d'Orbigny (Pl. CXXII), forme regardée comme typique par M. Schlippe (*l. c.*, p. 208 et 211). Mais par ses côtes un peu plus rapprochées, moins épaisses et surtout assez fortement portées en avant, cet exemplaire se rapproche de *P. ferruginea ;* d'ailleurs M. Schlippe a déjà noté des passages entre les deux espèces.

Faune des marnes de Mandaty. — Bélemnites indét.

Rhynchoteuthis, nombreux échantillons (Ch. et P. Lory), appartenant à plusieurs espèces, notamment à *Rh. Escheri* Oost.

Phylloceras sp., r.

Posidonomya alpina Gras. c.

Lamellibranches indét.

Terebratula sp.

Rhynchonella sp. nov. gr. de *hemicostata* Parona (Fauna con *Posid. alpina* d. Sette Communi, *Palæont. italica*, v. I, 1895, p. 36, t. II. f. 30). Ce groupe est curieux par les analogies qu'il offre dans la forme générale avec les Térébratules (*Glossothyris*) du groupe de *Bentleyi* Dav. M. Parona avait d'abord pris *Rh. hemicostata*, à l'état de moule interne, pour une *Ter. (Glossothyris) sulcifrons* Benecke[1] ; même méprise m'était arrivée pour l'espèce de Mandaty[2].

Rhynchonella crista Parona (*l. c.*, p. 31, t. II, f. 27), ex. de petite taille et de détermination un peu douteuse.

Prototiara sp. nov. aff. *Jutieri* (*Pr. Loryi* Lambert *i. l.*) *:* peu rare.

Calyces et articles de Crinoïdes, notamment de Pentacrines.

Si cette faunule ne fournit que des renseignements extrêmement

---

[1] Espèce des « couches de Klaus » de Roveredo (Benecke, *G. P. Beitræge*, t. I, p. 177, Pl. V, f. 7).

[2] *C. R. Ca. G.* pour 1898.

incertains sur l'âge de l'assise, elle est par contre très intéressante par son facies : l'abondance relative des Lamellibranches et des Échinodermes, jointe à la grande rareté des Ammonites, donne à ces marnes un cachet presque néritique. Il y a là l'indice d'une diminution de profondeur dans cette partie du géosynclinal. A noter aussi la présence de Rhynchonelles spéciales, qui vient accentuer la ressemblance entre les schistes à Posidonomyes du Haut-Drac et ceux des Sette-Communi, eux aussi d'âge bathonien-callovien.

REMARQUES GÉNÉRALES SUR LA SÉDIMENTATION ET LES FAUNES

Diverses remarques d'un réel intérêt se dégagent de l'étude que nous achevons. Les unes concernent la succession des zones à Céphalopodes : je les ai faites à leur place dans l'exposé qui précède et rappellerai seulement que cette région fournit, la première dans les Alpes occidentales, des types de la zone à *Dumortieria* et de la zone à *Harpoceras Murchisonæ*. Les autres ont trait aux conditions zoogéographiques, de facies, de vitesse de descente, etc., qui ont alors régné dans la région : elles apportent une contribution à l'histoire de la sédimentation dans les Alpes occidentales à l'époque médiojurassique.

Deux remarquables esquisses de cette histoire ont successivement été tracées : de celle de M. Haug [1], presque tous les traits sont restés, tant ce savant avait su tirer bon parti des données encore bien fragmentaires que l'on possédait en 1891 ; M. Kilian, utilisant en 1903 [2] les résultats d'une nouvelle période d'explorations, a ajouté nombre de traits au tableau, particulièrement pour la zone intraalpine, son champ d'études principal. Voici l'état où nous apparaît, grâce à ces maîtres, le Sud-Est de la France à cette époque : une large bande déprimée, où l'affaissement rapide du fond fait sensiblement

---

[1] Thèse, p. 85-93.

[2] Sur le Jurassique moyen dans les Alpes françaises (*C. R. Afas*, Congrès d'Angers, 1903). Pour le Bord subalpin, M. Kilian avait eu communication de la présente étude.

équilibre à l'activité de la sédimentation, s'étend sur la zone du Mont Blanc et partie des zones calcaires. C'est le *géosynclinal subalpin*, dont M. Haug a si bien mis en lumière la longue évolution : il reçoit des dépôts bathyaux, marnes et calcaires à Céphalopodes (facies dauphinois). Au Sud et à l'Ouest, il a pour cadre des aires (provençale, rhodano-jurassienne) de descente plus lente et à dépôts néritiques, plates-formes qui notamment bordent les massifs anciens, Maures-Esterel et Plateau-Central. A l'Est, le caractère sublittoral des dépôts et leur discontinuité dans la zone du Briançonnais indiquent (Kilian, *l. c.*) une ride en partie émergée, un *géanticlinal briançonnais* plus accusé qu'à l'époque liasique : il paraît avoir séparé le géosynclinal subalpin d'avec un *géosynclinal piémontais* où continuaient à se déposer les « Schistes lustrés ».

Ce sont certains caractères du géosynclinal subalpin que l'étude de la région entre Grenoble et Gap permet de préciser.

Caractères généraux de la faune. — La comparaison des listes de fossiles données ici avec celles que M. Haug a si attentivement établies ne révèle aucune différence profonde entre les faunes des régions au Nord et au Sud de Gap ; les premières sont seulement moins riches à la plupart des niveaux. Mon étude ne fait donc qu'apporter une confirmation de plus aux conclusions paléontologiques de mon savant devancier. Ainsi en est-il, en particulier, pour l'importance des rapports qui relient le Dogger « dauphinois » à celui du bassin anglo-parisien et de la Souabe : la plupart de ses espèces lui sont communes avec ces régions classiques et l'analogie se poursuit zone par zone.

Cependant le cachet méditerranéen est encore plus marqué que ne l'avait vu M. Haug : il faut en effet citer comme formes surtout méditerranéennes, outre les *Phylloceras* et *Lytoceras*, dans l'Aalénien *Erycites fallax*, *Hammatoceras planinsigne*, *Tmetoceras scissum* (toutes trois espèces de l'Oolithe de San Vigilio sur le lac de Garde[1]), dans le Bathonien les deux Rhynchonelles de Mandaty. L'abondance de *Posidonomya alpina* est aussi un trait de ressemblance avec maintes formations des Alpes italiennes et de l'Apennin (Kilian, *l. c.*).

---

[1] Voir ci dessus, p. 135.

La proportion des éléments méditerranéens parmi les Ammonites varie à plusieurs reprises : dans le Toarcien, puis dans la zone à *H. opalinum*, puis dans la zone à *H. concavum*, les *Harpoceras* communs avec l'Europe centro-occidentale prédominent fortement ; au contraire, dans l'unique gisement de la première zone aalénienne les *Phylloceras* sont l'élément principal et dans la zone à *H. Murchisonæ* le premier rôle appartient à *Tmetoceras scissum*, espèce dont, à vrai dire, l'habitat très étendu comprend notamment toute l'Europe occidentale, mais qui se raréfie au Nord de notre région. La prépondérance des formes banales est encore très accusée durant le Bajocien inférieur : telles les *Sonninia*, les *Stepheocras*, les *Normannites*. Mais à côté des *Parkinsonia* et des *Garantiana*, les *Phylloceras* et les *Lytoceras* se mettent à pulluler au Bajocien supérieur et les premiers vont absolument dominer au Bathonien, dont ils sont souvent les seuls Céphalopodes.

Nous sommes loin de pouvoir toujours faire la part de chacune des causes (modifications des profondeurs, des courants, de la facilité des communications) dont la résultante a produit ces variations.

SÉDIMENTATION ET FACIES ; LEURS VARIATIONS DURANT LE JURASSIQUE MOYEN

La région a reçu durant toute cette période, avons-nous vu déjà, des sédiments vaseux ; d'origine principalement mécanique (marnes) au début ainsi qu'à la fin, principalement chimique au milieu (calcaires).

Le facies d'ensemble, vaseux à Céphalopodes, est bathyal et témoigne de profondeurs plus grandes dans le géosynclinal que dans son cadre. Cependant, l'abondance des Posidonomyes et des *Cancellophycus* donne à penser qu'elles ne dépassaient pas quelques centaines de mètres ; dès lors, les fortes variations d'épaisseur sous le même facies révèlent des inégalités dans la vitesse de descente et nous pouvons admettre, notamment, que le Nord de la région s'affaissait plus vite que le bord du Pelvoux [1].

---

[1] Voir p. 140.

Revoyons rapidement, à présent, la succession des phénomènes :

Un fait important s'était produit dans la région à la fin du Lias ; le géanticlinal de la zone du Mont-Blanc avait achevé de disparaître. Son existence durant le Trias a été bien mise en évidence par Ch. Lory et M. Kilian ; au cours de la période liasique, il s'était restreint à ses parties Sud-Ouest (massifs de la Mure et de la Salette), où la sédimentation est restée néritique (calcaires à entroques) et très lente, par places jusqu'après l'âge de *Harpoceras bifrons* [1]. Le géosynclinal subalpin, d'abord compris entre le Plateau-Central et cette ride, conserve son individualité grâce à l'apparition au Lias d'un nouveau géanticlinal, plus à l'Est.

Au début de l'Aalénien, le relaiement d'une ride par l'autre est un fait accompli, à l'Ouest du géanticlinal briançonnais l'aire d'envasement englobe toute la zone du Mont-Blanc. Dès la zone à *Dumortieria*, l'arrivée en nombre d'éléments sténothermes, les *Phylloceras*, accentue cette modification du régime dans le massif de la Mure ; toutefois, de dernières traces d'une vitesse de descente et d'une profondeur médiocres sont encore révélées par la minceur et la nature lithologique (miches à parcelles spathiques[2]) de la couche qui représente cette zone.

Dans les vases qui se déposent partout, l'élément clastique fin, l'argile, est en forte proportion durant l'Aalénien ; c'est seulement en Bas-Valgaudemar et dans la première moitié de l'étage que l'élément calcaire prédomine. Ces *marnes aaléniennes* sont un terme constant [3]

---

[1] P. Lory, Observ. dans la part. mérid. de Belledonne (*B. S. G. F.*, 4, t. I, p. 179-181). Une carte-esquisse montre ce haut fond à minces dépôts de calcaires à entroques divisant en deux branches le géosynclinal vaseux.

[2] Les *couches à miches calcaires* se trouvent rapprochées avec une remarquable fréquence, dans le temps ou dans l'espace, de calcaires zoogènes néritiques. Très souvent elles établissent le passage, vertical ou latéral, entre eux et des sédiments vaseux, bathyaux : elles correspondent alors, manifestement, à des conditions intermédiaires de profondeur, d'apports clastiques et de vitesse de descente. Lorsque des couches à miches apparaissent dans un sédiment vaseux, il y a donc lieu de chercher si d'autres caractères n'indiqueraient pas une diminution de profondeur ou un écart de la zone axiale du géosynclinal.

[3] Je l'ai signalé brièvement à plusieurs reprises, notamment dans les *C. R. Ca. G.* pour 1898 et 1902.

de la série stratigraphique à type *dauphinois ;* elles possèdent une extension beaucoup plus grande que le « Lias schisteux » proprement dit et ce sont elles que maintes fois l'on a en réalité désignées sous ce dernier nom.

Ce facies vaseux règne seul dans la bordure alpine jusqu'à la partie Nord du massif d'Allevard ; là, des bancs à entroques s'intercalent dans la base de l'Aalénien de la colline de la Table, sans doute voisine du bord occidental du géosynclinal [1]. Les schistes à rognons calcaires qui leur succèdent montent jusque dans le Bajocien inférieur. Durant celui-ci, c'est dans tout le géosynclinal que la sédimentation est principalement calcaire ; d'ailleurs plus ou moins active suivant les régions, et dans le second cas donnant habituellement la structure noduleuse. Rappelons que l'épaisseur des calcaires paraît varier au moins de 1 à 10, avec son maximum vers le Monestier-de-Clermont et son minimum à l'angle Sud-Ouest du Pelvoux : ce point fait maintenant partie d'une aire à affaissement lent, dont nous ignorons d'ailleurs l'étendue.

Ces différences dans l'activité sédimentaire ne semblent pas diminuer au Bajocien supérieur, où d'autre part la nature des dépôts se diversifie un peu plus ; car tandis que l'élément marneux redevient prépondérant dans le Sud, au Nord et dès les environs de Mens des plaquettes de calcaire parfois sableux (Ch. Lory) se répètent à de brefs intervalles. Elles augmentent encore d'importance au Nord de Grenoble (Bouquéron, etc.) et dans le massif d'Allevard de gros bancs à entroques, bréchoïdes même à la Table, attestent des eaux agitées de faible profondeur. D'autre part les conditions de la vie se modifient dans le géosynclinal, puisque les *Phylloceras* se développent aux dépens des autres genres d'Ammonites, au point de se trouver à peu près seuls au Bathonien.

Dans ce dernier étage les apports d'argile deviennent encore plus importants, même dans le Nord ; les différences s'atténuent. Cependant deux points sont encore intéressants à noter : en Bas-Valgaudemar, une faunule à demi néritique montre que la profondeur avait diminué malgré la lenteur spéciale de la sédimentation ; cet angle du Pelvoux

---

[1] V. Paquier, *l. c.*, p. 150 et 162. Je tire aussi de cette Note les autres indications relatives à cette localité.

avait donc en quelque sorte cessé temporairement d'appartenir au géosynclinal. A Corenc, près de Grenoble, c'est une nouvelle avancée du facies rhodanien qui se manifeste par la formation d'un calcaire à entroques. Mais le dépôt des schistes à Posidonomyes finit par s'étendre à tout le géosynclinal, qui va atteindre au Callovien sa plus grande uniformité.

« L'ÉLOGE DE LA FOLIE »

SA PLACE DANS L'ŒUVRE D'ÉRASME

Par M. J. DE CROZALS,

Doyen de la Faculté des Lettres.

I

On a loué de mille manières l'*Éloge de la Folie*. L'élégance du badinage, la richesse d'un esprit meublé des plus précieux souvenirs de l'antiquité, l'habileté avec laquelle sont mis en bonne place ces joyaux d'une érudition portée avec une grâce légère, la satire générale d'une société en décomposition où tout était matière à moraliser, la vivacité du trait dirigé contre les abus ecclésiastiques, la malignité des sous-entendus, l'art infini d'une attaque qui se dissimule ou se désavoue elle-même, tout a été depuis longtemps signalé, mis en lumière, estimé à son prix.

Il nous paraît cependant que ce célèbre opuscule n'est pas mis à sa vraie place dans l'œuvre de son auteur. Sans doute il est plus souvent cité à lui seul que tout le reste des œuvres d'Érasme ; c'est, avec quelques *Colloques* choisis, le seul des écrits du grand humaniste que l'on réimprime et qu'on se donne l'air de lire encore. La postérité, en résumant et en faisant les sacrifices nécessaires pour ne pas tout perdre, n'a presque retenu de cette œuvre immense que ce mince et rapide ouvrage. Encore peut-on se demander si la fantaisie

du titre et l'apparente frivolité de la matière n'est pas la vraie raison de cette préférence.

Ce serait juger trop vite. Ici encore ce travail d'élimination et de simplification qui est fait lentement par des mains anonymes a été guidé par un instinct très sûr. La postérité a fait œuvre de discernement en mettant à part, dans ce lieu réservé où les trésors sont gardés à jamais, l'*Éloge de la Folie*. L'œuvre entière d'Érasme peut périr ; ce seul ouvrage en dira toujours assez exactement l'esprit, les tendances et la portée. Il est véritablement le point central de l'immense production littéraire de son auteur. Œuvre des environs de la quarantième année, l'*Éloge* fut écrit dans la plénitude de la force intellectuelle : à ce moment l'expérience est assez longue déjà pour fournir au jugement des hommes et des choses une solide assise, et l'énergie de la production, à la veille de se ralentir, ne permet plus ces renouvellements complets de l'esprit qui amènent la succession dans le même personnage d'un homme à un autre homme. Les œuvres originales, à cette heure de la vie d'un grand écrivain, portent d'ordinaire un résumé de son passé et le germe de son développement futur. Toute la vie d'Érasme jusqu'en 1509 est la préparation de cet état de pensées qui va s'exprimer par l'*Éloge de la Folie* ; et à partir de 1509, rien d'essentiel ne modifiera le fond des croyances ou des opinions (on hésite à écrire doctrines) que cet opuscule nous fait entrevoir.

Nous le plaçons donc au centre de son œuvre et de sa vie, et nous croyons lui rendre son vrai caractère en y voyant avant tout un manifeste religieux. Par là même, il touche à la fois à la double et redoutable question de la Renaissance et de la Réforme, question unique au temps d'Érasme ; car la renaissance des lettres ne pouvait se produire complète qu'en favorisant une réforme morale dont elle devait profiter elle-même, et la réforme morale n'était possible que par la suppression des abus ecclésiastiques. Tout se touche et se confond ici. Chacun peut, à son gré, voir uniquement dans l'*Éloge* l'œuvre de l'humaniste ou l'œuvre du réformateur religieux ; nous aimons mieux y voir le produit de cette indissoluble alliance, dans le même homme, de l'humaniste et de l'ami du mieux en religion : double caractère qui se retrouve à un degré éminent chez Érasme et qui est la marque originale de son génie.

II

S'il faut en croire Érasme lui-même, l'*Éloge* fut composé pendant un de ces déplacements si fréquents, imposés comme une épreuve à son « corps de verre [1] » par la nécessité de trouver un protecteur, une pension, une amitié puissante, et peut-être aussi par l'inquiétude de son humeur. « Retournant dernièrement d'Italie en Angleterre, dit-il dans sa *Préface* à Thomas Morus, pour ne pas perdre à des conversations où les muses n'ont aucune part tout le temps qu'il fallait voyager à cheval, j'aimai mieux repenser quelquefois à nos études communes et jouir en idée de ces savants et agréables amis que j'avais laissés ici. . . Résolu donc de m'occuper à quelque chose, comme un tel loisir n'était pas bon pour une méditation sérieuse, je m'avisai de badiner en faisant l'*Éloge de la Folie* [2]. »

Érasme revenait d'Italie : des premières lignes de sa dédicace nous ne retenons que cet aveu. Il est douteux que ce prétendu badinage

---

[1] « Valetudo plus quam vitrea. » *Lettres*, édit. in-fol. de Leyde, 766, A ; « Hujus nimirum corpusculi domicilium, nunc hac nunc illac collabens. »

[2] *Préface d'Érasme, adressée à Thomas Morus, son ami.* — Nos citations traduites sont empruntées à la traduction justement estimée de Gueudeville Les renvois visent l'édition de Leyde, in 18, de 1715.

« *Erasmus Roterodamus Thomæ Moro suo.* S. D.

« Superioribus diebus, cum me ex Italia in Angliam reciperem, ne totum hoc tempus, quo equo fuit insidendum, ἀμούσοις et illiteratis fabulis tereretur, malui mecum aliquoties vel de communibus studiis nostris aliquid agitare, vel amicorum quos hic ut doctissimos ita et suavissimos reliqueram recordatione frui. . . Ergo quoniam omnino aliquid agendum duxi et id tempus ad seriam commentationem parum videbatur accommodatum, visum est Moriæ encomium ludere », p. 99. — Toutes les citations latines de l'*Encomium* renvoient à l'édition de Froben, Bâle, 1521. — L'illustre éditeur, dont le nom est inséparable de celui d'Érasme, se plut à réunir dans un même volume « *alios compluscules libellos non minus eruditos et festivos* », à savoir :

Ludus L. Annæi Senecæ, *De morte Claudii Cæsaris*, nuper in Germania repertus, cum scholiis Beati Rhenani.

Synesius Cyrenensis, *De laudibus Calvitii*. Joanne Phrea Britanno interpreti.

Epistola apologetica Erasmi Roterodami, ad Martinum Dorpium Theologum.

n'ait été qu'une distraction de route ; mais c'est bien au voyage d'Italie que sa composition se rattache par une relation mystérieuse. Il y a plus qu'un rapport d'occasion, bien près d'un rapport de cause à effet. L'Italie était alors la terre des grands scandales ; elle aurait dû être fermée à quiconque cherchait dans la religion autre chose que des pratiques et une exploitation fiscale. A voir de près ce clergé sans idéal et sans croyances, ce gouvernement pontifical qui alliait à la sensualité païenne les ambitions terrestres et les violences féodales, on courait le risque de voir emporter dans un irrésistible élan de mépris et de colère les traditions d'un respect accordé avec une filiale complaisance et d'une soumission portée avec allégresse. Ce devait être quelques années plus tard le cas de Luther.

Le choc ne fut pas aussi violent pour Érasme. Il n'arrivait pas au seuil de la terre fatale avec la naïveté d'illusions du moine de Wittemberg ; son esprit avait depuis longtemps secoué plus d'un préjugé religieux et l'œuvre de sa critique était déjà poussée très avant. Amené au cloître par la contrainte, il avait été prédisposé à la sévérité du jugement par le ressentiment de ce premier outrage ; sa conscience froissée l'anima de bonne heure à chercher et à découvrir les abus. Tandis que Luther devait passer les Alpes en moine soumis, Érasme était depuis quinze ans environ un moine émancipé quand il parut à Bologne et à Rome. Il y vint avec un esprit moins prompt à la surprise parce qu'il était mieux éclairé, et plus difficile à se laisser toucher par le scandale parce qu'il était prévenu et qu'il l'attendait. Malgré tout, la réalité du spectacle apporta à son esprit plus d'une impression nouvelle ; par ce qu'il vit de près. Érasme fut confirmé dans la légitimité de ses précédentes critiques et convaincu de leur modération; il fut même enhardi à porter de nouveaux coups.

Érasme connaissait par une longue habitude et un commerce fréquent la vie monastique, le clergé séculier, les évêques, les princes de l'Église. L'Italie lui réservait le spectacle de la papauté.

« Érasme arriva à Bologne quelques jours avant l'entrée triomphale de Jules II, vainqueur de la Romagne. Mêlé à la foule du peuple qui battait des mains « au destructeur des tyrans », il dut sourire à l'aspect de cette papauté bottée et éperonnée, donnant à baiser aux populations ses pieds blanchis par la poussière des champs de bataille, brandissant l'épée en guise des clefs de saint Pierre et poussant son cheval sur les brèches des murailles renversées pour lui

faire honneur. J'aime à me le représenter dans la grande rue de Bologne, adossé contre une muraille, enveloppé dans ses fourrures, la figure légèrement ironique, regardant passer le cortège et méditant contre la papauté belliqueuse ces prudentes critiques dont ses adversaires devaient faire plus tard des hérésies dignes du feu.

« Ce fut le mardi 19 novembre 1506 que le pape entra dans Bologne. Des astrologues et des marchands voulaient l'en détourner ; il se moqua de leurs prédictions et dit : « Au nom de Dieu, avançons, « entrons. » Avant d'arriver à l'Église, il passa sous treize arcs de triomphe, au front desquels on lisait : *A Jules II, triomphateur des tyrans*. De chaque côté de la grande rue s'élevaient des tribunes, en forme de longues galeries, d'où les grands personnages et les dames de haute maison de Bologne agitaient leurs mouchoirs et faisaient flotter leurs devises sur la tête du triomphateur. La rue, plantée d'arbres verts, était tendue de voiles cousus bout à bout, qui formaient un dais immense. Des armes, des peintures, des devises pendaient de toutes les fenêtres ; des tapis jonchaient le chemin. Cent jeunes nobles bolonais, portant des bâtons d'or à la main, la seule espèce d'arme qui convînt à des vaincus, précédaient le cortège. Puis venaient vingt-deux cardinaux, en robes rouges, avec leurs chapeaux galonnés d'or ; puis des condamnés graciés par le pape, ou des victimes du tyran de Bologne rendues à la liberté, et portant un écriteau sur leur poitrine ; puis, derrière une forêt d'étendards, dans un nuage de parfums, d'encens, de cierges en cire blanche, d'hymnes et de concerts, deux baldaquins portés à bras, l'un de soie blanche brodée d'or, pour le saint sacrement, l'autre plus magnifique, de soie cramoisie et de brocart d'or, pour le pontife, lequel foulait sous ses pieds des bouquets de roses offerts par les jeunes filles de Bologne. Enfin vinrent les harangues, des pièces de vers et un psaume chanté à la face du pontife par l'évêque de Bologne [1]. »

L'impression produite par ce spectacle sur l'esprit d'Érasme fut profonde. Ce ne fut point une indignation bruyante, mais une surprise douloureuse [2]. Il s'en explique assez souvent dans sa correspondance.

---

[1] Nous avons à dessein emprunté ce récit à un écrivain d'un esprit très modéré, Désiré Nisard, *Renaissance et Réforme*, I, 37.

[2] « Non sine tacito gemitu. » *Apologia ad blasphemias Stunicæ*, IX, 361.

à des dates diverses, et à de longs intervalles. Le ton change sans doute avec les interlocuteurs, comme il convenait à cet esprit nuancé et délicat ; mais le jugement ne varie pas. Tantôt il demande à l'un de ses correspondants avec une imperceptible ironie ce que devient le « très invincible Jules[1] », « le Jules au bouillant courage[2] » ; ou bien parlant des variations de l'atmosphère, il se rappelle avoir entendu Jules II, « ce Jupiter sur terre, tonner lui aussi et fulminer contre Bologne[3] » ; tantôt il fait revivre le souvenir tragique de ces grandes luttes sanglantes dont le pape Jules fut l'instigateur, de ces triomphes superbes que plus d'un grand roi eût enviés, où éclataient l'orgueil de la domination terrestre et les convoitises d'une insatiable ambition[4].

Ce n'est pourtant pas dans la correspondance d'Érasme que son sentiment se découvre tout à fait; l'expression y est atténuée par le double souci de ne pas froisser un interlocuteur et de ne pas enfler la voix. « Tout le monde ne peut pourtant pas faire l'éloge de Jules II[5] », dit-il finement; « il est très grand sans doute, mais il peut y en avoir de plus grands[6] ».

Sa pensée éclate autrement vive quand la contradiction ou la calomnie l'aiguillonnent. Érasme garde toujours un ton de bonne compagnie; car les paroles injurieuses lui répugnent[7] ; mais on sent dans la modération des termes une extrême vivacité d'impression. Il préfère à ces triomphes la magnificence, la majesté apostolique, alors que les premiers prédicateurs de l'Évangile convertissaient le monde

---

[1] « Quid agat invictissimus Julius. » (16 octobre 1511. *Ep.* 123.)

[2] « Τῷ Ἰουλίῳ nimium forti. » (26 novembre 1511. *Ep.* 130.)

[3] « Eo tempore quo Julius pontifex, terrenus Jupiter, tonabat ac fulminabat adversus Bononiam. » (26 septembre 1526. *Ep.* 840.)

[4] « Alii laudibus vehant bella a Julio secundo vel excitata gnaviter, vel gesta feliciter, victorias armis partas recenseant, triumphos regaliter actos celebrent : quantumlibet hisce rebus gloriæ tribuent, tamen eam cum multorum dolore conjunctam fuisse fabeantur necesse est. » (*Ep.* 174.)

[5] « Julius certe non ab omnibus laudatus pontifex. » (*Ep.* 144.)

[6] « Ut maximum declararit Julium totus pene orbis ad bellum excitatus, certe majorem testatur Leonem pax orbi restituta. » (*Ep.* 174.)

[7] « In quos ipsos tamen nihil scribo contumeliose. » *Apolog. ad blasph. Stunicæ*, IX, 361.

à une céleste doctrine, faisaient fleurir les miracles, guérissaient les malades par leur seule présence [1].

Ce rôle guerrier et dominateur de la papauté choquait en Érasme le sentiment qu'il avait de sa mission évangélique et ses instincts de lettré, avant tout amoureux du silence et des loisirs de la paix [2]. Aussi voit-on ses sentiments pour Jules II s'exaspérer à mesure que les années s'accumulent. Le temps qui porte souvent avec lui le calme et l'oubli semble avoir été ici un ferment de plus. Mais Érasme n'est vraiment à son aise pour dire toute sa pensée que lorsqu'il se cache sous un masque. On est frappé de la différence du ton quand on lit les passages correspondants de l'*Éloge de la Folie* ou le *Dialogue de Jules II* et qu'on les compare aux timides critiques rappelées plus haut.

« Croyez-moi, les pontifes n'épargnent pas les corps ; embrasés du zèle de Jésus-Christ, ils lèvent l'étendard de Mars et emploient sans miséricorde le fer et le feu : vous jugez bien qu'une telle guerre ne peut se faire sans effusion du sang chrétien : qu'importe ? répondent les papes ; nous soutenons apostoliquement la cause de l'Église et nous ne poserons point les armes que nous n'ayons vengé l'épouse de Jésus-Christ. Avec votre permission, dépositaires des clefs célestes de la Science et de la Puissance, l'Église a-t-elle de plus pernicieux ennemis que les papes impies ?... Au reste, comme l'Église chrétienne est née dans le sang, s'est confirmée par le sang, s'est augmentée par le sang, les papes la gouvernent aussi par le sang, tout de même que s'il n'y avait plus de Jésus-Christ pour la protéger et la défendre. La guerre est de sa nature quelque chose de si cruel qu'elle conviendrait mieux aux bêtes féroces qu'aux hommes ; de si furieux que les poètes en ont attribué la source aux Furies des Enfers ; de si contagieux que les meilleures mœurs en sont infectées ; de si inique que les plus grands scélérats y sont beaucoup plus propres que les bons naturels ; de si impie qu'elle n'a nul rapport avec Jésus-Christ, ni avec la morale. Cependant certains pontifes quittent toutes leurs fonctions pastorales pour se donner tout

---

[1] *Apolog. ad blasph. Stunicæ*, IX, 361.

[2] Voir le petit traité d'Érasme qui a pour titre *Querela pacis undique gentium ejectæ profligatæque*, IV.

entiers à la guerre. On voit même parmi ces pontifes guerriers des vieillards qui agissent avec toute la vigueur d'un jeune homme, n'ayant nul égard à l'argent, supportant courageusement la fatigue et ne se faisant pas le moindre scrupule de causer le bouleversement des lois, de la religion, de l'humanité. Dans ces funestes conjonctures, on ne manque pas de trompettes : j'appelle ainsi ces doctes boute-feux qui, pour faire leur cour, s'accommodent lâchement à l'humeur fougueuse et sanguinaire du *Saintissime* : ce qui est manifestement une fureur, ils le nomment zèle, piété, valeur ; ils trouvent des raisons pour prouver que tirer l'épée et l'enfoncer dans le cœur de son frère, ce n'est pas enfreindre le grand commandement de la charité du prochain, Je ne suis pas encore bien informé si, en fait de guerre, les papes ont pris exemple sur quelques évêques d'Allemagne, ou si ces évêques n'ont fait en cela que s'autoriser par la conduite des papes; toujours est-il que ces prélats germaniques y vont encore plus rondement; sans s'embarrasser du service divin, des bénédictions, ni de toutes les autres cérémonies de l'épiscopat, ils ne respirent que les armes, disant même qu'un évêque doit, pour l'honneur de sa dignité, rendre l'âme à Dieu dans un combat [1]. »

Plus vive encore est l'expression dans un opuscule que son auteur ne voulut jamais avouer, mais que la plume d'Érasme seule pouvait écrire : le *Dialogue de saint Pierre et de Jules II*[2], publié en 1518. Jules II, arrêté par saint Pierre à la porte du Paradis, s'indigne d'être repoussé. Il croit triompher de la résistance de l'apôtre en faisant un pompeux récit de sa vie, de son pontificat, de ses exploits guerriers. Saint Pierre rappelle en vain que la papauté primitive ne connut d'autre gloire que la parole de Dieu [3]. La verve du fou-

---

[1] *Éloge*, Trad., p. 235, 237.

[2] M. Durand du Laur, dans une dissertation publiée à la fin de son ouvrage sur Érasme (II, 589), analyse très judicieusement les preuves intrinsèques et les preuves extrinsèques qui permettent d'attribuer à Érasme cette paternité dont sa prudence s'alarmait. Érasme a formellement désavoué cette œuvre ; mais il y a de l'incohérence et de l'embarras dans ses déclarations ; et le jugement de Baluze, qui n'hésitait pas à tenir pour non avenu le démenti d'Érasme, paraît devoir être le jugement de la postérité.

[3] « Sanè cum istum tenerem locum, nullum novi gladium, nisi gladium spiritus, quod est verbum Dei. »

gueux pontife ne s'embarrasse pas d'une si mince objection : « Si vous m'aviez vu entrer en triomphe dans Bologne, ainsi qu'un roi, vous auriez peut-être méprisé tous les triomphes des Octave et des Scipion ; vous ne me désapprouveriez pas d'avoir donné tant de preuves de valeur pour conquérir Bologne. Vous auriez vu dans ce moment d'un seul coup d'œil l'Église militante et l'Église triomphante[1]. »

Voilà dans quel sens le voyage en Italie avait incliné Érasme. Son esprit avait déjà sondé la plupart des maux dont souffrait la religion de son temps, et il s'était appliqué à chercher le remède. Il apprit à connaître le gouvernement même de l'Église. L'abus des superstitions nées de l'ignorance populaire, le danger des pratiques, l'esprit sacrifié à la lettre, il connaissait tout cela et l'avait flétri ; il vit quelque chose de plus, la source troublée où s'alimentaient ces travers ou ces vices. L'Église lui apparaissait comme atteinte à la fois dans le chef et dans les membres. Lui aussi, il pouvait penser, comme plus tard Luther : « Je ne voudrais pas, pour cent mille florins, ne pas avoir vu Rome. Je serais resté dans l'inquiétude de faire peut-être injustice au pape ! »

L'influence du voyage d'Italie devait avoir un long retentissement sur la pensée d'Érasme. Nous pouvons nous le représenter, pendant les longues journées d'un voyage à cheval d'Italie en Angleterre, repassant sur toutes les traces de ses souvenirs, ravivant par la méditation ses sentiments, et préoccupé de trouver un moyen de les traduire. *L'Éloge de la Folie* devait fournir un cadre à sa pensée. Ce petit livre, tel qu'il est, ne pouvait être écrit avant 1506 ; sans doute, Érasme en avait déjà les deux éléments principaux : la critique générale des abus qui déshonorent la religion en la faussant ; l'effort vers une réforme toute spirituelle. Mais il faut ajouter à cela le jugement porté sur le gouvernement de l'Église lui-même ; Érasme ne pouvait le tenter qu'après l'avoir vu en exercice et l'avoir étudié sur son

---

[1] « Secus loquereris, si vel unum meorum triumphorum spectasses, vel cum quo Bononiam sum invectus, vel quem egi Romæ subactis Venetis, vel quo Bononia fugiens, sum Romam revectus, vel quem hic egi postremum, Gallis præter omnem spem fusis apud Ravennam. Si mannos, si caballos, si militum, armorum speciem, si ducum ornamenta, si delectorum spectacula puerorum, tum Scipiones, Augustos, sordidos ac frugales dixisses præ me. »

théâtre. Voilà pourquoi l'auteur n'est pas si loin de la vérité quand il ouvre sa *Préface* par ces mots : « Retournant dernièrement d'Italie en Angleterre... », mais on voit comment il convient de l'entendre.

III

Érasme n'a rien négligé pour nous donner le change et nous laisser croire que l'*Éloge de la Folie* était un ouvrage de circonstance et tout de hasard ; semblable à la *Folie* elle-même, ce petit livre nous est offert comme né d'un caprice et d'une fantaisie ; c'est le « fils du plaisir et de l'amour libre [1] ». La *Préface* tout entière est un plaidoyer dans ce sens. « Résolu de m'occuper à quelque chose (pendant mon voyage), je m'avisai de badiner en faisant l'*Éloge de la Folie*. Quelle Minerve vous inspira ce bizarre dessein [2] ? direz-vous. — Premièrement, Pallas me fit remarquer que les Grecs ayant nommé la FOLIE, MORIA, ce terme, *Folie,* approche autant en grec de votre nom de famille [3] que vous êtes éloigné de sa signification ; or, vous êtes connu partout pour un des plus sages hommes du siècle. Ensuite, je crus que ce jeu d'esprit serait fort de votre goût ; je me flatte qu'il y a de la littérature et du sel dans ce badinage [4]. »

Par le genre même auquel il rattache ce petit ouvrage, Érasme se plaît à rabaisser son importance : ce n'est, à l'entendre, qu'une « petite déclamation » *declamatiuncula,* un jeu d'esprit, un exercice d'ironie et de style. Il recherche avec soin dans l'histoire des lettres anciennes tous les exemples de semblables badinages, pour s'excuser avec leurs auteurs et se dissimuler dans leur foule rieuse. On entrevoit ces graves personnages d'antan, oublieux des hautes ambitions de la poésie et de la pensée, jouer, se divertir en enfants : plaisant défilé dans lequel se succèdent Homère et la Batrachomyomachie,

---

[1] « Ἐν φιλότητι μιχθείς, quemadmodum noster ait Homerus. » (*Encomium*, p. 120, éd. Froben.)

[2] « Quæ Pallas istuc tibi misit in mentem ? inquies. » (*Præfatio.*)

[3] Érasme dédia son ouvrage à Thomas Morus.

[4] « Hujus generis jocis, hoc est, nec indoctis, ni fallor, nec usquequàque insulsis... » (*Præf.*)

Virgile et le Moucheron, Ovide et la Noix, Polycrate et Busiris, Glaucon et l'Injustice, Favorin et la Fièvre quarte, Synésius et la Calvitie, Lucien et la Mouche parasite, Sénèque et l'Apocolocynthose, Apulée et l'Ane, « enfin un je ne sais qui sur le testament d'un cochon. Saint Jérôme en parle ».

Mais ces autorités des temps profanes ne le couvrent qu'à demi : Érasme le sent bien. Il a besoin d'une justification régulière ; ce piquant et minable contraste d'un auteur qui se justifie sérieusement d'avoir plaisanté, il ne l'épargne ni à lui-même, ni au lecteur. Oui, nous en convenons, puisqu'il y paraît tant tenir : tout homme, né misérable et cloué à la triste condition d'homme, a droit au divertissement ; nulle condition n'en dispense ni n'en prive ; les enfants ont les jouets ; les hommes faits, le jeu des échecs ; chacun se paie en monnaie diverse de délassements. « Ce serait donc une grande injustice d'interdire aux gens de lettres un peu de badinage pour se délasser l'esprit. »

Mais il est malaisé de rester longtemps dans le faux ; ce n'est pas de délassement seul qu'il s'agit ; Érasme se trahit en réclamant, pour se justifier, le profit moral qui en doit résulter. « Il faut surtout permettre aux auteurs de badiner lorsqu'ils le font utilement pour les lettres. Pour peu qu'on ait de génie, on profite ordinairement plus de bagatelles finement tournées que des matières sérieuses et brillantes... D'ailleurs, comme rien n'est plus sot que de badiner sur un sujet grave et sérieux, rien aussi n'est plus agréable que de trouver dans la plaisanterie un tour sérieux et grave. »

C'est encore peu pour rendre à l'auteur tout son calme. Il sait, mieux que personne, combien peu son œuvre est un pur badinage ; il n'ignore pas tout ce qu'ajoute de perspicacité au plus simple un intérêt menacé, un ridicule bafoué, le plus mince travers signalé. Il est prudent de justifier sa tentative par de plus hautes raisons.

Est-ce donc l'accent de l'Ancienne comédie grecque qui vient soudainement d'éclater ? Les grotesques ou les malfaisants vont-ils être en butte aux morsures d'un nouveau Lucien [1] ? Mais où est le venin d'une satire générale ? Peut-on attacher la dangereuse étiquette

---

[1] « Nosque clamitabunt Veterem comœdiam aut Lucianum quempiam referre, atque omnia mordicus arripere. » (*Præf.*)

de *Satirique* à l'écrivain qui juge les travers, les vices généraux de l'espèce humaine[1], sans toucher aux particuliers, sans nommer ses modèles et ses victimes? Satirique et moraliste sont deux formes bien diverses de personnage.

Vous croyez-vous touché? Cachez votre humeur et retenez votre langue. Qui se plaint se dénonce[2]. — Mais, où le sérieux de l'auteur ne l'égare-t-il point? C'est la *Folie* qui parle; n'est-ce plus un honneur que d'être censuré par elle[3]? et ne faudrait-il pas être illettré comme un théologien pour faire parler à la *Folie* le langage de la Raison[4]? Folle elle est et doit rester, et parler en folle. Il est d'un ami des bonnes lettres de suivre en tout les lois des genres, de ne point mêler indiscrètement les contraires et brouiller les nuances.

Il y a dans la *Préface* une grande dépense d'esprit et une rare variété d'expédients pour faire illusion sur la vraie portée et les réelles tendances de l'œuvre. La vérité est pourtant la plus forte à certains moments et la vraie question se pose comme d'elle-même. « Les chicaneurs diront que ces badineries déshonorent la gravité théologique et que cette satire est tout opposée à la modération chrétienne[5]. » C'est bien de choses religieuses qu'il s'agit surtout en effet : c'est du camp des théologiens que pourra s'élever la grande clameur de protestation. A travers le badinage intéressé de la *Préface*, la parole vraie a été dite en passant, comme roulée dans le flot des choses légères : « A moins que l'amour-propre ne m'aveugle, je n'ai point fait en fou l'Éloge de la Folie[6]. » Voilà le vrai mot lâché et la pensée intime découverte. Nous sommes loin de ce jeu d'esprit,

---

[1] « Qui vitas hominum ita taxat, ut neminem omnino perstringat nominatim, quœso, utrum is mordere videtur an docere potius ac monere? » (*Præf.*)

[2] « Si quis extiterit qui sese læsum clamabit, is aut conscientiam prodet suam, aut certe metum. » (*Præf.*)

[3] « Si quis est quem nec ista placare possunt, is saltem illud meminerit pulchrum esse a Stultitiâ vituperari. » (*Præf.*)

[4] « Stultitiam quum loquentem fecerimus, decoro personæ serviendum fuit. » (*Præf.*)

[5] « Nec deerunt fortasse vitiligatores qui calumnientur partim leviores esse nugas quam ut theologum deceant, partim mordaciores quam ut christianæ conveniant modestiæ. » (*Præf.*)

[6] « Nisi plane me fallit φιλαυτία, Stultitiam laudavimus, sed non omnino stulte. » (*Præf.*)

amusement des loisirs de la route, jaillissement d'une fantaisie désœuvrée; l'œuvre de la Folie est marquée du sceau d'une longue méditation, d'une pensée qui se résume et se condense. On a trop longtemps trahi Érasme en prenant au sérieux ces premières lignes de la *Préface* et en oubliant cet aveu, jeté comme par hasard, revendication d'un auteur qui sait tout ce qu'il a mis de lui dans de rapides pages : « *Stultitiam laudavimus, sed non omnino stulte.* »

IV

Érasme avait environ quarante-deux ans quand il composa l'*Éloge de la Folie*. Il avait écrit, quelques années auparavant, deux ouvrages où s'affirme très nettement la double tendance d'esprit de l'*Éloge* : critique des abus de la vie religieuse de son temps, effort pour faire prévaloir sur les superstitions qui l'étouffaient la vraie *philosophie du Christ* : ce sont les *Adages* (1500) et le *Manuel du soldat chrétien* (1503).

C'est un singulier livre que les *Adages* et bien fait pour déconcerter le goût de notre temps. Il porte plus que nul autre la marque de cette époque où se faisait, dans un élan d'admiration et d'amour, la rencontre des anciens et des modernes. Alors tout était objet de surprise, d'étude et de culte : la sagesse antique, longtemps oubliée, reparaissait au jour, sans rides, souriante et pleine d'attraits. Ses moindres paroles étaient recueillies et jusque dans les proverbes, les centons, les adages, on en cherchait les bribes précieuses. Érasme faisait donc œuvre de piété en recueillant ainsi et en illustrant de commentaires ces pensées morales, en offrant, conformes à l'idéal antique, des modes de sentir et de juger [1]. Mais un aimable génie égarait sans cesse dans les détours de la fantaisie ces écrivains de la

[1] On peut prendre une idée du genre du livre des *Adages* en voyant la nature et la variété des sujets touchés. Nous donnons un fragment de l'*Index locorum* par ordre alphabétique. « Damnandi. — Degenerantium in pejus. — Deprecantis, abominantis. — Derisio. — Desperatio. — Difficultatis. — Diffidentiæ. — Differentiæ. — Dignitatis. — Facundia. — Fames. — Festinatio præpostera. — Fœmina. — Forma, deformitas. — Fraus ab amico. — Frugalitas. — Fuerunt, non sunt. — Garrulitas. — Gratitudo. — Impudentia. — Impudicitia. — Longævitas. — Lucrum ex scelere. — Luxus et mollities. . . , etc., etc. »

Renaissance; leur esprit était si merveilleusement meublé de connaissances fraîches et précieuses qu'ils ne savaient pas résister au charme de courir de l'une à l'autre et de s'offrir la distraction de leur infinie variété. Aussi voit-on de tout dans un même livre : érudition et mémoires personnels, morale antique et théologie, exégèse et pamphlet. C'est le chaos d'un monde en formation ; mais ce chaos venait non du désordre de ces grands esprits, plutôt de leur plénitude.

La satire s'appliquant aux abus religieux devait se glisser elle aussi dans cette immense composition. Elle remplit une bonne part des *Silènes d'Alcibiade* [1], morceau dont le titre pourrait s'accommoder au goût de notre temps, moins imprégné de l'antique, sous la forme suivante : *Masques et Visages.*

« *An non mirificus quidam Silenus fuit Christus* [2]. » Rien de plus humble et de plus bas, au jugement du vulgaire, que la vie du Christ ; des parents d'humble condition et obscurs, au logis misérable ; pauvre, il choisit des disciples pauvres. Mais regardons-y de plus près : quelle source d'ineffables trésors ! que de sublimité dans cet abaissement ! que de richesses dans cette pauvreté ! etc. [3].

Silènes aussi, les prophètes ; Silènes, les apôtres ; Silènes, les premiers chrétiens ! « Chez eux, quel contraste de bassesse et de grandeur, de pauvreté et de véritable richesse, de faiblesse et de puissance ? L'extérieur est humble ; l'intérieur est sublime. Chez les modernes, c'est précisément le contraire, à peu d'exceptions près... Il n'y a point d'hommes plus éloignés de la vraie sagesse que ceux qui, par leurs titres magnifiques, leurs bonnets de sages, leurs ceintures éclatantes, leurs anneaux ornés de pierres précieuses, font pro-

---

[1] « *Sileni Alcibiadis* apud eruditos in proverbium abiisse videntur quo licebit uti, vel de re quæ cum in speciem et primà, quod aiunt, fronte vilis ac ridicula videntur, tamen interius ac propius contemplanti, fit admirabilis ; vel de homine, qui habitu vultuque longe minus præ se ferat quam in animo claudat. Aiunt enim Silenos imagunculas quasdam fuisse fictiles, atque ita factas ut diduci et explicari possent, et quæ clausæ ridiculam ac monstrosam tibicinis speciem habebant, apertæ subito numen ostendebant, ut artem sculptoris gratiorem jocosus faceret error. » (II, 770, C. D.)

[2] II, 771, D.

[3] II, 771, D. E. F.

fession d'une sagesse parfaite. Aussi n'est-il pas rare de trouver plus de véritable et pure sagesse dans un simple particulier, ignorant selon l'opinion vulgaire, mais instruit par l'esprit céleste du Christ, que dans beaucoup de théologiens au masque théâtral, trois et quatre fois *nos maîtres*, émules de Scot le subtil, tout gonflés d'Aristote, tout remplis de définitions magistrales, de propositions et de syllogismes [1]. »

Les évêques ont leur tour : « Parmi les évêques, les moins dignes de ce nom sont ceux qui tiennent le premier rang [2] ; ...et souvent les gens les plus éloignés de la vraie piété sont ceux qui, par leur titre, leur costume, leurs pratiques, font profession d'une piété parfaite [3]... Il en est que vous entourez de votre respect comme des prêtres, en voyant le sommet de leur tête rasée. Mais si vous regardez l'intérieur, vous trouverez des hommes plus que laïques. De même aussi pour quelques évêques, si vous considérez leur consécration solennelle, leur costume, leur mître, leur crosse, en un mot toute cette armure mystique dont ils sont couverts, vous vous attendrez à voir des personnages célestes et au-dessus de l'humanité. Retournez la figure, vous ne trouverez quelquefois qu'un guerrier, un marchand, un maître tyrannique, et vous jugerez que ces ornements magnifiques n'étaient qu'un vieux masque de comédie [4]. »

Viennent ensuite les moines. « Si l'on regarde leur barbe touffue et négligée, leur pâleur, leur froc, leur cou penché, leur ceinturon, leur front triste, leur visage austère, ils vous rappelleront les Sérapion et les Paul. Mais si vous déployez la figure intérieure, vous ne trouverez que des gourmands, des vagabonds, des débauchés, des voleurs même et des tyrans, procédant par une voie nouvelle, d'autant plus pernicieuse peut-être qu'elle est plus cachée [5]. »

La vraie piété et la fausse offraient pour les *Silènes* un type préparé à souhait. « Ce qui distingue le mondain et le chrétien, c'est que l'un admire et cherche surtout ce qu'il y a de plus grossier, ce

---

[1] II, 772, D. F. — Nous empruntons la traduction de ces extraits des *Silènes* à Durand de Laur, *Érasme*, II, 304 à 309.

[2] II, 772, F.

[3] II, 773, A.

[4] II, 774, A. B.

[5] II, 774, B. C.

qui frappe d'abord les regards, tandis que l'autre recherche seulement ce qui n'est pas visible aux yeux, ce qui s'éloigne le plus de la nature corporelle, négligeant ou méprisant le reste [1]... Mais en général on préfère à l'esprit la chair, à la vraie piété les cérémonies, aux préceptes du Christ les décisions des hommes, à la vérité le masque, aux choses l'ombre, au naturel le fard, à l'éternel le temporaire [2]. »

Le gouvernement de l'Église, les vertus ou les faiblesses de son chef suprême devaient tenter aussi la verve d'Érasme. « On appelle Église les prêtres, les évêques, les papes, tandis qu'ils ne sont en réalité que les ministres de l'Église. L'Église, c'est le peuple chrétien qui est assis à table, pendant que les évêques le servent, inférieurs par ce côté, mais supérieurs par un autre, pourvu qu'ils soient l'image du Christ, non seulement en succédant à sa charge, mais aussi en imitant la vie de celui qui, étant maître absolu de tous, a pris l'office de serviteur et non de maître.

« On accable de toutes les foudres, on appelle ennemis de l'Église et presque hérétiques ceux qui ont fait tort de quelques écus à la bourse des prêtres [3]...

« On dit que l'Église est enrichie et honorée, non lorsque la piété s'accroît dans le peuple, que les vices diminuent et que la doctrine sacrée fleurit, mais lorsque les autels brillent d'or et de pierreries, ou plutôt lorsque les prêtres égalent les Satrapes par leurs domaines, leurs domestiques, leur mollesse, leurs chevaux, leurs maisons somptueuses ou, pour mieux dire, leurs palais ; et ces choses sont tellement dans l'ordre que dans les bulles pontificales elles-mêmes on insère cet éloge : *Attendu que ce cardinal, en nourrissant chez lui tant de chevaux, tant de courtisans, honore grandement l'Église de Dieu, nous lui accordons un quatrième évêché* [4]. »

« A-t-on entamé quelque peu les domaines ou les revenus des prêtres ? on s'écrie de tous côtés que l'Église est opprimée. Lorsque l'univers est excité à la guerre, lorsque la vie des prêtres est mau-

---

[1] II, 774, D.
[2] II, 775, A.
[3] II, 775, E. F.
[4] II, 776, A. B.

vaise, lorsque tant de milliers d'hommes sont entraînés à leur perte, nul ne déplore le sort de l'Église qui alors est véritablement accablée. Mais, dira-t-on, vous voulez donc dépouiller les prêtres de leur puissance, de leur dignité, de leur gloire, de leurs richesses? Dieu m'en garde! Je ne les dépouille pas; mais je les enrichis de biens qui sont préférables. Je ne leur ôte pas ce qu'ils possèdent; mais je les appelle à ce qui est meilleur [1]. »

« Le Christ a déclaré que son royaume n'est pas de ce monde. Convient-il à son vicaire, non seulement d'accepter une domination mondaine, mais de la rechercher par tous les moyens? Il y a deux mondes opposés: l'un grossier et matériel: l'autre céleste. Le prêtre est quelque chose de céleste qui dépasse l'humanité. Rien n'est digne de son caractère sublime, sinon ce qui est céleste. Pourquoi mesurer sa dignité à l'opulence que possèdent les voleurs et les tyrans? Pourquoi voulez-vous plonger mon chef vénéré dans cette sentine d'une vile populace? Pourquoi faire descendre cet homme divin à des affaires à peine dignes d'un homme? Pourquoi appeler patrimoine de saint Pierre ce que saint Pierre lui-même s'est glorifié de ne point avoir?

« Le dispensateur des grâces célestes est réduit à s'occuper des soins les plus bas. Le monde chrétien attend de lui le pain de la doctrine sacrée; et celui qui est voué à cette mission si haute on le jette dans les chaînes des occupations vulgaires. Convient-il à celui qui a les clefs du royaume du ciel de saper les murailles des villes avec des machines de guerre? Qu'y a-t-il de commun entre le Christ et Bélial, entre la mître et le casque, entre le manteau sacré et la cuirasse de Mars? Celui qui salue le peuple en lui souhaitant la paix, doit-il être l'instigateur de la guerre? Comment enseigner le mépris des richesses, quand on place dans l'argent sa grandeur? Comment prêcher le pardon des injures, quand par la possession d'une petite place ou pour un impôt de salines on livre le monde aux orages de la guerre? On prétend orner l'Église par l'accession de cette puissance et de ces richesses; mais que de maux un si faible avantage entraîne à sa suite! En lui déférant l'empire, on lui impose le soin d'amasser de l'argent; on lui donne des gardes comme aux tyrans,

---

[1] II. 777, B.

des troupes couvertes de fer, des espions, des chevaux, des mulets, la guerre, les massacres, les traités d'alliance, les combats, en un mot tout ce qui est nécessaire à l'administration de l'empire.

« Au milieu de tous ces soins divers, le pontife aura-t-il le temps de s'acquitter de ses fonctions apostoliques, quand même il en aurait la volonté ? Est-ce bien comprendre la dignité éminente des pontifes et des cardinaux que de les distraire de leurs occupations divines pour les faire descendre aux soins vulgaires du gouvernement temporel ? Ajoutez que la royauté réussit bien moins entre les mains des prêtres qu'entre les mains des laïques, pour deux causes principales : d'abord le peuple obéit plus volontiers dans l'ordre temporel aux séculiers qu'aux ecclésiastiques ; en second lieu, les séculiers, devant laisser leurs états à leurs enfants, cherchent à les rendre aussi florissants que possible. Les changements de règne s'opérant sans trouble, on voit en quelque sorte le souverain revivre dans son fils et l'on est disposé naturellement à reconnaître le nouveau monarque. Enfin, il est presque impossible qu'un seul homme soit capable de gérer deux charges si difficiles. Il est très malaisé d'être un bon prince ; mais il est bien plus malaisé d'être un bon pontife. Comment être à la fois l'un et l'autre ?

« En chargeant ses épaules d'un double fardeau il arrive nécessairement que l'on ne peut porter ni l'un ni l'autre. Aussi voit-on les villes des prêtres languir et tomber en ruines. Pourquoi donc ne pas laisser aux profanes ce qui est profane ? Ce qu'il y a de plus humble dans un évêque est bien au-dessus du pouvoir royal. Les plus grands ennemis des pontifes chrétiens, ceux qui les trahissent véritablement, ce sont précisément ceux qui semblent le plus les favoriser. Au lieu de protéger la dignité pontificale, ils la souillent. Si les prêtres appréciaient sainement ce sujet, c'est-à-dire les inconvénients que le pouvoir temporel entraîne avec lui, ils devraient le refuser, quand même il leur serait déféré volontairement. Ils sont attaqués par des séditieux, enveloppés dans les guerres où ils trouvent quelquefois la mort. Devenus monarques, ils se voient entourés d'un nombreux cortège de domestiques ; mais en attendant, où sont les pères du peuple chrétien ? où sont les pasteurs ? Ils ont des bras et des épées pour tuer les corps, ce qu'ils appellent justice ; ils n'ont pas de langue pour guérir les âmes, pour instruire, exhorter, consoler. Ils sont armés de javelots, de balistes, de bombardes ; mais ils sont complètement

dépourvus des armes de l'écriture sainte. Le seigneur couronnera la patience du peuple qui supporte de tels chefs par amour de la paix ; mais je crains qu'ils ne trouvent en Dieu un juge d'autant plus inexorable[1]. »

Ailleurs, Érasme s'élève avec vivacité contre le trafic des choses saintes et la vénalité qui déshonore les actes solennels de la vie chrétienne ; il s'indigne de voir cette infinie variété de redevances, inventées par le démon du fisc : le baptême, le mariage, la confession, la messe, le chant des psaumes, les prières, l'imposition des mains, la bénédiction d'une pierre, d'une coupe, la communion, la prédication, tout est matière à redevances. Comment oublier la riche moisson des dispenses, des indulgences, de la collation des bénéfices, de la confirmation des évêques et des abbés ?

La suprême égalité de la mort est méconnue et le bruit de l'or sonne jusqu'au bord de la tombe. « Chez les chrétiens, il n'est pas permis aux morts d'être recouverts d'un peu de terre, si l'on n'a pas loué au prêtre un étroit espace. Si vous donnez une forte somme, il vous sera permis de pourrir dans l'église près du maître-autel. Si vous donnez peu, vous serez exposé aux intempéries avec les plébéiens. Hébron, barbare et païen, offre à un hôte inconnu, Abraham, le don gratuit d'un tombeau ; et nous prêtres, nous vendons le droit de sépulture dans un terrain qui ne nous appartient pas ! On dit : l'ouvrier mérite un salaire, comme s'il n'y avait aucune différence entre un évêque, un soldat mercenaire et un fossoyeur ! Les ouvrages serviles sont payés. Les fonctions des princes et des évêques sont trop hautes pour être estimées au taux d'un salaire. »

De nombreux traits visent çà et là l'orgueil et la subtilité des théologiens, la multiplication inutile et imprudente des jours de fête, pendant lesquels les loisirs laissés à la sanctification ne profitent qu'à l'orgie ; la corruption des ordres religieux et leur activité tournée à l'intrigue et à l'ambition mondaine. « Parmi tant de milliers de moines mendiants, combien il y en a peu qui fassent le sacrifice de leur vie pour étendre l'empire de la religion chrétienne ! Ces rigides observateurs de la vraie piété habitent des villes opulentes et molles où ils se corrompent eux-mêmes, au lieu de corriger les autres. Ils

---

[1] II, 779 à 782, *passim*.

fréquentent la cour des princes. Qu'y font-ils ? Ils convoitent des testaments : ils sont à la piste du gain. Ils se font les serviteurs de la tyrannie des princes, et pour ne point paraître inactifs, ils censurent des propositions erronées, suspectes, scandaleuses, irrévérencieuses, hérétiques, schismatiques... Enfin, qui nous croira, quand nous mettons en avant la croix et le nom de l'Évangile, si toute notre vie ne respire que le monde ? Des mœurs dignes du Christ, voilà la fin de la loi évangélique. »

Ainsi, dès la publication des *Adages*, Érasme s'était fait le censeur des principaux abus ecclésiastiques ; tous les sujets sur lesquels s'exercera plus tard avec une intarissable abondance sa verve satirique sont touchés dans ce premier ouvrage. Tout un côté de sa manière s'y découvre déjà : une ironie qui ne va jamais jusqu'à la violence, contenue par le respect des choses vraiment saintes, animée par la seule sincérité de l'émotion, gardée de tout excès par ce mélange de scepticisme du lettré et du moraliste.

Ce scepticisme ne dessèche pourtant pas chez Érasme les sources vives de la croyance. Ses contemporains en avaient si bien le sentiment que certains se plurent à lui confier la direction de leur conscience, à le prendre pour inspirateur de vertu chrétienne et guide moral. Érasme avait connu dans l'entourage de la marquise de Weère, au château de Tornhoens, une jeune femme qui souffrait vivement de l'inconduite et de l'irréligion de son mari. Il fut appelé pour tenter de le sauver et prié de composer un écrit moral dont on s'efforcerait de lui proposer les préceptes. Ce pieux stratagème réussit, en partie du moins ; le mari entendit louer l'écrit d'Érasme et voulut le connaître, sans se douter qu'il avait été composé pour lui seul. On ignore quel fut l'effet de cette tentative de conversion ; mais si, dans cette pieuse aventure, la religion ne gagna pas une âme, elle y gagna un livre. Ces notes, rapidement écrites en vue d'un cas particulier, devinrent le *Manuel du soldat chrétien* [1].

---

[1] *Enchiridion militis Christiani*. — Ce livre fut connu d'abord sous le nom d'*Aphorismes*. Copus écrivait à Érasme, en 1516 : « Nondum videre potui *Aphorismos* tuos. » *(Ep.* 198.) « Ne vous imaginez pas, lui répondait Érasme, que mes *Aphorismes* aient quelque rapport avec ceux de votre Hippocrate. » *(Ep.* 205.)

Le *Manuel*, publié en 1503, eut un succès extraordinaire ; et les éditions se multi-

Dans la préface ajoutée en 1518 il faut signaler la page suivante : « On arme en ce moment contre les Turcs. Si on réussit, comme on l'espère, prions Dieu que la victoire serve au monde chrétien. Mais qu'arrivera-t-il si nous instruisons les vaincus avec les œuvres d'Occam, de Durand, de Scott, de Gabriel et d'Alvarez ? Que penseront-ils, car il faut leur supposer autant d'esprit qu'à nous, s'ils viennent à entendre parler de nos subtilités, instances, quiddités et rapports ? Si, surtout, ils s'aperçoivent que nos fameux théologiens sont si peu d'accord sur ces points, qu'ils en pâlissent de colère, s'injurient, se crachent au visage, se battent même? S'ils voient que les Jacobins se feraient tuer pour saint Thomas, les Franciscains pour le Maître subtil et séraphique, et qu'ils se partagent entre Nominalistes et Réalistes ! S'ils apprennent qu'on ne s'entend pas sur la manière dont il faut parler du Christ, comme si on n'avait pas affaire à un Sauveur plein de grâce et de bonté, qui ne nous demande qu'une vie sans tache ? Le meilleur moyen de gagner les Turcs serait de leur persuader que nous sommes les disciples fidèles de son enseignement, de les convaincre que nous n'avons nulle envie de devenir leurs maîtres, ni nulle soif de leur or, et que nous ne travaillons qu'à l'honneur de Jésus et de leur propre salut. Voilà la vraie, la seule théologie qui puisse ramener au Christ l'orgueil des philosophes et l'ardeur belliqueuse des princes. Il y aurait folie à prouver notre foi

---

plièrent avec une grande rapidité. En 1518, Érasme ajouta, sous forme de *Préface*, une lettre à Paul Volsius, dans laquelle il répond à quelques critiques. On avait dit que le *Manuel* aurait pu être écrit par un écolier : « Nihil me movent quorumdam scommata, qui libellum hunc ceu parum eruditum aspernantur et qualem ab elementario quovis scribi possit. » — « Que mon traité, réplique-t-il, révèle peu de sagacité, j'y consens, pourvu qu'il soit plein de piété. Qu'il ne prépare pas les lecteurs aux luttes de l'école, pourvu qu'il les prépare à la paix chrétienne. Qu'il ne serve pas aux *discussions* théologiques, pourvu qu'il serve à la *vie* théologique. »

Nous renvoyons à l'édition donnée en 1523 à Strasbourg par Jean Knob.

On consultera avec intérêt la traduction française publiée en 1529 sous ce titre : « *Enchiridion, ou Manuel du Chevalier Chrétien, orné de commandements très salutaires, par Désidère Érasme de Roterodame, avec un prologue merveilleusement utile et de nouveau ajouté, par Martin Lempereur.* »

L'expression *chevalier chrétien* rend très exactement le mot *miles*, et au XVI[e] siècle on ne pouvait trouver un meilleur équivalent ; de notre temps, le mot *soldat* exprime mieux l'idée de lutte héroïque à laquelle l'auteur convie le chrétien.

par le meurtre et l'effusion du sang. Non, nous devons songer à la conservation même de nos ennemis ; ce n'est pas avec des mots de haine et de malédiction qu'il faut nous comporter à leur égard, mais les prier du fond du cœur de se joindre à nous pour que le Seigneur les prenne en pitié et les convertisse[1]. »

C'est à coup sûr un accent nouveau. Nul autre, au début du XVIe siècle, n'était capable de parler en pareils termes de l'ennemi héréditaire de la chrétienté et du caractère vraiment humain et universel qu'il fallait rendre au christianisme pour séduire les dissidents. De ce sentiment à la conception de cette « philosophie chrétienne » chère à Érasme, unique en son temps, il n'y avait qu'un pas. Ces deux mots reviennent à maintes reprises dans le *Manuel* et en marquent l'esprit.

Non qu'il soit question de fonder la vérité chrétienne sur les seuls principes de la raison, de la dénaturer, d'en faire une sorte de rationalisme et de la dépouiller de son caractère surnaturel et divin. Le christianisme reste vraiment la religion du Christ ; le Christ, le fils de Dieu et le Sauveur. Mais tout ce que la scolastique avait accumulé autour de la pure doctrine de végétation parasite, Érasme l'émonde d'une main assurée. La connaissance des Saintes Lettres nous met seule à même de savoir ce que nous devons demander à Dieu. On ne mérite le nom de chrétien qu'à la condition de se nourrir de la parole sacrée, de s'en pénétrer, de la méditer sans cesse. Les armes du chrétien sont la prière et l'étude des choses divines. « *Precatione et scientia semper armatos vult Paulus, qui sine intermissione jubet orare. Precatio pura in cœlum subducet affectum, arcem videlicet hostibus inaccessam. Scientia salutaribus opinionibus communit intellectum*[2]. » Cette science ne se borne pas à la connaissance des Écritures ; la science, telle qu'Érasme l'entend, a un objet plus vaste, une portée plus générale. L'étude des Lettres pures n'est pas interdite au chrétien, bien au contraire. « *Litteras amas recte, si propter Christum*[3]. »

Ce qu'il proscrit avant tout, c'est la religion extérieure, qui n'agit

---

[1] P. 4.
[2] *De armis militiæ Christianæ*, p. 19 verso.
[3] P. 45.

ni sur le cœur, ni sur la conduite. Le culte des Saints, quand il tombé dans la puérilité, trouve en Érasme un censeur sévère. Il en veut aux évêques, au pape d'avoir usurpé ces noms de *puissance* et de *domaine*, aux théologiens de se dire nos *maîtres*, quand le Christ a défendu à ses disciples les noms de *maîtres* et de *seigneurs*. La vraie piété n'est pas dans les formes, dans les dehors ; c'est au fond du cœur qu'elle s'abrite et se développe. Elle n'a rien à voir avec la vie du cloître ; le monachisme n'est pas la piété. Tel est ce manifeste d'une pensée très large, d'une inspiration très pure, où la « philosophie chrétienne » d'Érasme s'affirme nettement. Ainsi dans les deux ouvrages où la pensée d'Érasme, à trois ans d'intervalle (1500-1503), s'était librement produite, les *Adages* et le *Manuel*, on constate un double courant : dans le premier, une préoccupation satirique ; dans le second, une préoccupation de réforme religieuse, dans des conditions de prudence infinie et de respect. De ces deux livres si différents de ton et d'allure, faites un ouvrage unique où cette double inspiration se fera jour, tantôt dans les formes traditionnelles du rire et avec le langage de la Folie, tantôt dans une prédication éloquente et avec une insistance émue ; l' « Éloge de la Folie » sera né.

Certes on peut s'y tromper, et l'auteur a fort habilement ménagé la méprise. Dès la première ligne, c'est la Folie qui parle : « Ordinairement ma réputation est déchirée par la médisance et il n'y a pas jusqu'à mes favoris qui ne parlent mal de moi ; c'est de quoi je suis bien informée. Mais on a beau me noircir, cette Folie que vous voyez, c'est elle, c'est elle pourtant qui a le pouvoir de remettre en belle humeur les dieux et les hommes.

« Preuve de cela : n'est-il pas vrai que dès que j'ai paru devant cette nombreuse assemblée, la joie a commencé d'y éclater ? Vous avez marqué tous un air si content ! Vous n'avez même pu vous empêcher de rire en voyant ma figure ; enfin, depuis que je suis ici, on vous prendrait pour des dieux d'Homère enivrés d'un nectar mêlé de Népenthès..... L'attention que je vous demande est du genre de celle que vous avez coutume de donner aux bateleurs, aux farceurs, aux charlatans des places publiques. [1] » La mise en scène est de

---

[1] Les emprunts sont faits à la traduction française de Gueudeville (Leide, MDCCXV).

nature à faire illusion, et le flot comique se répand largement dans les premières pages. Là sont les origines de la Folie, sa naissance, ses premiers pas dans le monde.

« Soyez avertis que je ne suis fille ni du Chaos, ni de Saturne, ni de Japet, ni d'aucun de cette sorte de dieux usés, décrépits et comme pourris de vieillesse. C'est Plutus, le dieu des richesses, qui est mon père. Or mon père m'engendra, non pas de son cerveau, comme Jupiter engendra cette bourrue et farouche Minerve, mais de Néotète, la nymphe du monde la plus belle et la plus enjouée. Je suis une fille du plaisir, l'amour libre a présidé à ma naissance...

« Il est bon que je vous fasse connaître mes compagnes et mes suivantes : voyez cette belle au sourcil arrogant et élevé ? c'est l'*Amour-propre*. Celle-ci qui a la complaisance peinte dans les yeux et qui frappe des mains, c'est la *Flatterie*. Cette demi-endormie, et qu'on dirait qui dort effectivement, c'est l'*Oubli*. Celle-là qui s'appuie sur ses deux coudes, les doigts entrelacés, c'est la *Haine du travail*. Cette autre qui est couronnée, enchaînée de roses, ayant tout le corps parfumé, c'est la *Volupté*. Ces yeux remuants et qui sont dans un mouvement continuel, c'est l'*Égarement d'esprit*. Cette peau luisante, cet embonpoint, ce corps si bien conditionné, on la nomme les *Délices*. Étant donc secondée, servie fidèlement par cette foule de domestiques ou plutôt d'esclaves, je règne sur Tout, et les monarques même sont soumis à ma domination [1]. »

Elle est partout, la Folie, toujours présente, toujours invoquée. « En un mot comme en mille, un homme, de quelque sagesse qu'il fasse profession, veut-il devenir père ? C'est moi, oui, c'est moi qu'il doit appeler à son secours... or çà maintenant, quel homme voudrait abandonner sa bouche au licou conjugal s'il avait bien réfléchi auparavant sur les chagrins de cette condition-là ? Quelle femme voudrait jamais accorder le devoir conjugal si elle savait ou si elle se rappelait les douleurs périlleuses de l'accouchement, la peine de nourrir, d'élever..... Si donc vous devez la vie au mariage, et le mariage à cette Aliénation de bon sens, qui est une de mes servantes, jugez combien vous m'êtes redevables [2]. »

---

[1] P. 14 à 18.

[2] P. 22-23.

C'est par sa Folie que l'enfance nous charme ; un enfant qui parlerait, qui agirait en homme mûr serait un petit monstre. Le proverbe en fait foi : « Je hais un petit enfant trop sage. » C'est un bienfait de la Folie que le radotage du vieillard. Grâce à elle il est délivré de tous ces soins aigus qui tourmentent et qui rongent le Sage. Les dieux eux-mêmes demandent à la Folie le meilleur de leurs joies. « C'est un plaisir de voir les dieux, lorsqu'ils ont poussé la joie d'un festin jusqu'aux rasades ; ils disent et ils font alors tant d'impertinences que, quoique à titre de Folle je sois accoutumée à toutes les sottises, je ne puis m'empêcher d'en rire[1]. »

Avec une semblable mise en scène, l'auteur s'est ménagé le droit de tout dire, et il ne s'en prive guère. Mais ce n'est là qu'un décor. Voyons ce qu'il cache.

Il suffit d'écarter ce voile pour retrouver et suivre l'ordre du développement de l'*Éloge*. Si nous cherchons à établir dans ce discours où tout se tient, dans cette leçon magistrale débitée d'un seul jet par la Folie, une division qui réponde au progrès de la pensée, nous y reconnaîtrons deux parties bien distinctes. C'est dans la première que toute l'allégorie est contenue et ramassée ; tout le badinage est là et n'est que là. Il semble même que l'intensité du rire va décroissant et que, de page en page, la Folie, sans le vouloir, ou mieux sans en convenir, va d'un pas régulier vers la Sagesse. Car après les chapitres où la Folie parle comme le bateleur du haut de ses tréteaux et provoque le gros rire des badauds, viennent les pages où se place une satire morale d'un caractère plus haut, plus large, avec un accent tout autre. La Folie n'est plus le personnage mythologique suivi de l'étrange cortège présenté plus haut ; nous ne voyons plus en elle qu'un professeur de sagesse, plein de verve, d'esprit, de joyeuse humeur ; mais sous le jeu, nous sentons une âme émue du spectacle de la faiblesse humaine et qui en rit pour en moins souffrir. Là se placent la peinture des passions chez l'homme, un portrait plein d'humour de la femme, cette auxiliaire si dévouée de la Folie ; puis viennent la sottise triomphante du peuple, des rois, des philosophes même ; chaque âge, chaque classe a son tour ; tout à coup, comme au tournant d'une avenue, sans préparation, sans crier gare, l'auteur

---

[1] P. 40.

passe des fous hâbleurs et sermonneurs aux fous superstitieux, et la seconde partie commence. C'est ici, à notre sens, le vrai sujet.

Une lecture attentive découvre ici un plan très net qui se dissimule sous la libre allure du discours, et comme deux points d'argumentation : 1° ce qu'Érasme condamne et flétrit ; 2° ce qu'il admire et voudrait voir remettre en honneur.

I. — A. — Au premier rang, les superstitions. — On sait quelle poussée de fausses croyances et de naïves ou niaises combinaisons d'idées, de services, de puissance attribuée aux hôtes du Paradis s'était produite dans les siècles de foi. Il y avait eu à l'origine de ces superstitions un élan de confiance, une force de sincérité et souvent une grâce d'invention qui les rendait acceptables ou charmantes ; mais peu à peu tout principe de vie s'était retiré d'elles, elles étaient tombées à l'état de pratiques, c'est-à-dire de choses mortes ; leur grâce s'était évaporée et il ne restait plus d'elles que des machines creuses dont continuait à se servir la badauderie populaire.

« Plaisants originaux ! Dès qu'ils ont eu le bonheur de voir une statue de bois ou une image de leur Polyphème saint Christophe, ils se tiennent sûrs de ne point périr ce jour-là. Qu'un soldat ait fait sa petite prière devant la figure de sainte Barbe, il n'a plus rien à craindre des dangers de la guerre. On invoque même Érasme comme un saint du Paradis, et en lui rendant des honneurs divins, on se promet une grosse fortune. Et cet Hercule saint Georges qui leur tient lieu d'un autre Hippolyte ? C'est un plaisir de voir leur dévotion à bien parer son cheval et à se prosterner devant cette bête superbement ornée ; ils ont grand soin d'entretenir par des présents la faveur, la protection du Cavalier ; jurer par son casque est, pour eux, un serment inviolable. » (p. 117-119.)

La sottise humaine a organisé dans la phalange des saints une division qu'Érasme raille impitoyablement. « On distribue à ces grands et puissants seigneurs de la cour céleste les diverses fonctions du protectorat. L'un guérit du mal de dents ; l'autre assiste les femmes dans les douleurs de l'accouchement. Celui-là fait retrouver ce qu'on a volé ; celui-ci veille à la conservation et à la sûreté des troupeaux ; l'un sauve du naufrage, l'autre procure la victoire dans les combats ; je supprime le reste ; car je n'en finirais pas. » (p. 122.)

C'est un « océan de superstitions » sur lequel il a peur de s'em-

barquer. Eût-il « cent bouches et une voix de fer, jamais il ne pourrait nombrer toutes les différentes espèces de la Sottise ni prononcer tous les noms de la Folie ».

Ces faux docteurs de l'Église, ces « Docteurs en Rien » qui sont si bien au courant des choses du Ciel ne sont pas moins versés dans les choses de l'Enfer. La carte du monde des réprouvés leur est familière. « Ils débitent de si belles choses sur l'Enfer ! Ils en connaissent les divers appartements, la nature et les différents degrés du feu éternel, les divers emplois des diables ; enfin ils parlent de la République des damnés, comme s'ils en avaient été membres pendant plusieurs années. De plus, ils créent de nouveaux dieux, lorsqu'ils le jugent à propos ; surtout le dixième Ciel qu'ils nomment Empirée et qu'ils ont bâti tout exprès pour les bienheureux. Ah ! qu'il y fait beau et bon ! au reste n'est-il pas juste que les âmes glorifiées eussent un vaste et charmant séjour, où elles puissent prendre leurs ébats, faire des festins et jouer à la paume. » (p. 193.)

B. — Puis, la substitution des pratiques à la piété.

1° « Le culte que les chrétiens rendent à leurs saints roule fort rarement sur l'amour et sur l'imitation. Quelle foule de ceux qui attachent aux pieds de la Vierge, mère de Dieu, une chandelle de cire ; et cela, en plein midi. Mais pour ceux qui suivent ses exemples de chasteté, de modestie, de zèle pour l'intérêt du Ciel, il n'y a en presque pas. Ce serait pourtant là le vrai culte de la noblesse du Paradis et celui qu'elle aimerait le mieux. » (p. 150.)

2° Les pèlerinages. — « Tel va à Jérusalem, à Rome, à Saint-Jacques, où il n'a nulle affaire, pendant que sa femme et ses enfants auraient grand besoin de sa présence. » (p. 157.)

3° Le repos du dimanche. — « Ce serait un moindre crime d'égorger mille hommes que de raccommoder le soulier d'un pauvre le dimanche. » (p. 182.)

4° Les indulgences. — « Autre espèce d'extravagants : ce sont ceux qui, s'appuyant sur certaines petites marques extérieures de dévotion, sur quelques courtes prières qu'un pieux imposteur a inventées comme par magie pour son plaisir ou pour le lucre, comptent sur une félicité accomplie : richesses, honneurs, volupté, bonne chère, santé jamais interrompue, verte et vigoureuse vieillesse,

longues années, pas un de ces biens ne saurait leur manquer. Ce n'est pas tout : ils espèrent bien aussi les premières places dans le Ciel, à une condition, s'entend ; c'est qu'ils n'iront chez les bienheureux que le plus tard possible...

« Sur le fondement des Pardons et des Indulgences, un négociant, un soldat, un juge n'a qu'à jeter une petite pièce d'argent dans le bassin : le voilà net, et aussi bien reblanchi que lorsqu'il sortit du baptême : tant de parjure, tant d'impuretés, tant d'ivrogneries, tant de querelles, tant de meurtres, tant d'impostures, tant de perfidies, tant de trahisons, tout cela se rachète par un peu de monnaie, et se rachète si bien qu'on se croit en droit d'ouvrir un nouveau compte de vices, de crimes, de scélératesse. » (p. 120.)

5° Les mœurs des moines. — « *Religieux et moines* : ce ne peut être à présent que par un grand abus qu'on les nomme ainsi ; communément parlant, il n'y a pas de gens qui aient moins de religion ; et puisque *moine* signifie *solitaire*, à qui ce nom-là peut-il convenir plus mal qu'à des hommes qu'on rencontre partout ?... Leur principale dévotion est de ne rien savoir, non pas même de lire..., parmi ce monde bigarré, il en est qui font parade de leur crasse et de leur mendicité ; on les voit demander aux portes, mais d'un air aussi hardi que s'ils demandaient une dette : auberges, cabarets, chariots, barques, voitures, ils importunent partout, au grand préjudice des mendiants ordinaires... Rien ne me divertit davantage que cet ordre exact et précis qu'ils observent dans tout ce qu'ils font : tout va chez eux par compas et mesure. Tant de nœuds au soulier ; la sangle d'une telle couleur ; la robe, bigarrée de tant de pièces ; la ceinture, de telle matière et de telle largeur ; le coqueluchon, de telle forme et de telle amplitude ; la couronne, de tant de doigts ; manger à telles heures, de tels aliments et une telle quantité ; ne dormir que tant de temps... Doutez-vous aussi que cette énorme variété de surnoms et de titres ne les chatouille pas beaucoup ? Les uns font gloire de se dire *Cordeliers*, et ce tronc a pour branches les *Colets*, les *Mineurs*, les *Minimes*, les *Bullistes*. Les uns sont *Bénédictins*, les autres *Bernardins* : ceux-là, de *sainte Brigitte* ; ceux-ci, de *saint Augustin*; les autres, *Guillemins*; les autres, *Jacobins* ; car il ne suffit pas à cette milice enfroquée d'avoir reçu le nom de chrétien... Au terrible jour du Jugement, ils présenteront leurs ventres engraissés de

toute sorte de poissons, le chant des psaumes, leurs jeûnes rigoureux et qui ont mis leur vie en danger ; l'un produira un tas de pratiques monacales assez gros pour charger sept vaisseaux ; l'autre se vantera d'avoir été sept ans sans toucher d'argent qu'avec deux doigts bien enveloppés ; l'autre montrera son froc si sale et si gras qu'un batelier ne voudrait pas le porter ; l'autre se glorifiera d'avoir vécu cinquante ans comme une éponge, toujours attaquée au même cloître ; l'un fera voir qu'il a perdu la voix à force de chanter ; l'autre, que la grande solitude lui a démonté la cervelle ; l'autre, que le silence lui a épaissi la langue. » (p. 197-201.)

Sur ce thème favori où son ressentiment s'épanche volontiers, Érasme s'étend avec complaisance.

C. — La Foi exploitée et tournée en marchandise.

« C'est principalement à ces mauvais riches que les gros et gras moines mendiants font si dévotement la cour, les abordant avec un respect doucereux, leur donnant hautement le titre de Vénérable, et cela pour attraper une petite part du bien mal acquis. » (p. 156.)

« On répète si souvent en chaire, au confessionnal et ailleurs que les sacrificateurs sont dignes d'un double honneur, que les ministres de l'autel doivent vivre de l'autel, on répète si souvent ces maximes sacrées que pas une femmelette ne les ignore. » (p. 239.)

D. — Le gouvernement de l'Église par la violence.

« Comme l'Église chrétienne est née dans le sang, s'est confirmée dans le sang, s'est augmentée par le sang, les papes la gouvernent aussi par le sang, tout de même que s'il n'y avait plus de Jésus-Christ pour la protéger. La guerre est de sa nature quelque chose de si impie qu'elle n'a nul rapport avec Jésus-Christ ni avec sa morale ; cependant certains pontifes quittent toutes leurs fonctions pastorales pour se donner tout entiers à la guerre... Je ne suis pas encore bien informé, si, en fait de guerre, les papes ont pris exemples sur quelques évêques d'Allemagne, ou si ces évêques n'ont fait en cela que s'autoriser de la conduite des papes ; toujours est-il que ces prélats germaniques y vont encore plus rondement, sans s'embarrasser du service divin, des bénédictions, ni de toutes les autres cérémonies de l'épiscopat, ils ne respirent que les armes, disant même qu'un évêque doit, pour l'honneur de sa dignité, rendre l'âme à Dieu dans un

combat. Les prêtres sont ordinairement animés du même esprit ; ne voulant pas dégénérer de la sainteté de leurs prélats, avec quel courage n'endossent-ils pas le harnais quand il s'agit de leurs dîmes ; les épées, les javelots, les pierres, toutes les armes y vont. » (p. 237.)

E. — Institutions détournées de leur fin.

1° La vie monastique. — « Il suffit de se reporter aux citations ci-dessus. »

2° L'épiscopat. — « Je voudrais pour plaisir qu'un évêque étudiât un peu son équipage, son harnais pontifical : ce rochet qui par sa blancheur désigne l'innocence ; cette coiffure à deux cornes attachées d'un seul nœud, ce qui marque une profonde connaissance des deux testaments ; ces mains gantées qui signifient un cœur épuré de toute contagion mondaine dans l'administration des sacrements ; cette crosse qui avertit qu'on ne saurait veiller assez sur le troupeau confié ; cette croix qui est le signe d'une pleine victoire sur les passions. Si notre prélat se remplissait l'esprit de toutes ces idées, n'est-il pas vrai qu'il deviendrait maigre, pâle, rêveur, triste ? Il ferait pitié. Ne craignez rien ; j'y ai mis bon ordre ; j'ai conseillé à ces soi-disant successeurs des apôtres de prendre une route tout opposée à celle de ces bonnes gens, et jamais on n'a mieux profité de mes avis. Les évêques ont oublié que leur nom signifie à la lettre : travail, peine, inspection pour le salut des âmes. » (p. 227.)

3° Les cardinaux. — « Que veut dire ce rochet d'une blancheur à éblouir ? Rien autre chose que la pureté des mœurs. Que signifie cette soutane de pourpre ? Un ardent amour de Dieu. Pourquoi cette cape de la même couleur, cape si ample, si large, si spacieuse qu'elle couvre même toute la mule du révérendissime... Ceux qui prétendent représenter l'ancien collège des apôtres ne devraient-ils pas imiter leur pauvreté ? Un cardinal qui ferait ces réflexions, ou rendrait bien vite son chapeau, ou mènerait une vie laborieuse, austère, pleine de chagrin et d'anxiété ; bref, une vraie vie d'apôtre. » (p. 228.)

4° Le pape. — « Prosternons-nous à présent aux pieds du Souverain Pontife et baisons religieusement sa pantoufle. Les papes se disent les vicaires de Jésus-Christ ; mais s'ils s'appliquaient à se conformer à la vie de Dieu leur maître ; s'ils pratiquaient sa pauvreté, ses travaux, sa doctrine, sa croix, son mépris du monde ; s'ils vou-

laient seulement bien penser à ce beau nom de Pape. c'est-à-dire de Père. et à l'épithète de *Très Saint* dont on les honore, quelles gens seraient plus malheureux ? Ils perdraient des biens innombrables si la sagesse s'emparait un jour de leur esprit : que dis-je la *sagesse* ? S'ils avaient seulement un grain de ce sel dont parle le Sauveur ; ces richesses immenses, ces honneurs divins, cette vaste domination, ce puissant patrimoine. ces victoires flatteuses : tant de dignités. de charges, d'offices à donner ; tant de taxes au dedans et au dehors ; tant de dispenses et d'indulgences ; une maison si nombreuse en domestiques ; tant de délices et de plaisirs. Au lieu de tant de biens viendraient les veilles, les jeûnes. les larmes, les prières... » (p. 230.)

F. — La lettre substituée à l'esprit. — Simplicité des apôtres opposée à l'arrogance des théologiens (p. 185 et 263). — Vanité et danger des subtilités théologiques (p. 192, 264). — « J'assistais l'autre jour à une dispute de théologie. Quelqu'un ayant demandé comment on pourrait prouver par l'Écriture sainte qu'on doit employer plutôt contre les hérétiques la voie du fagot et du feu que celle du raisonnement et de la persuasion, un vieillard fronçant le sourcil, et lequel à son air rude et arrogant on reconnaissait aisément pour un théologien, répondit sur un ton d'indignation : « C'est saint Paul, oui, saint Paul lui-même, qui a fait cette sage loi. N'a-t-il pas dit expressément : « Évitez l'hérétique après l'avoir repris une et deux fois ? » Comme il répétait souvent et à haute voix les mêmes paroles. tout le monde le crut saisi d'un accès de frénésie ; mais à la fin, il donna le mot de l'énigme ; « Êtes-vous donc, s'écrie-t-il, d'une ignorance assez crasse pour ne pas savoir que ce mot *devita*, évitez, se forme en latin de la proposition *de* et du mot *vita*, comme qui dirait *hors de la vie*. *Ergo*, saint Paul a commandé de brûler les hérétiques et de jeter leurs cendres au vent. » Une étymologie si neuve fit rire quelques-uns : mais d'autres la trouvèrent profonde et vraiment théologique. » (p. 269.)

G. — Emploi de fausses méthodes pour l'enseignement de la religion. — Ici se place la critique de la fausse et ridicule éloquence des prédicateurs contemporains d'Érasme. « Allez au sermon et prenez garde à ce que je vais vous dire : Si le grand crieur (oh ! quelle injure !), je me suis trompé ; je voulais dire le déclamateur ; si le déclamateur donc traite sérieusement sa matière, on dort, on bâille,

on tousse, on se mouche, on s'ennuie ; mais le discoureur entame-t-il, comme il arrive souvent, quelque conte de vieille, quelque fable, quelque légende, tout d'abord l'auditoire se réveille, les endormis se lèvent, tout le monde est attentif... » (p. 140). — Le sermon d'un barbon de quatre-vingts ans. « Il démontre avec une subtilité inimaginable que tout ce qu'on pourrait dire à la gloire du Sauveur se trouvait dans les lettres de son auguste nom. En premier lieu, le vieux cathédrant fit remarquer que le substantif *Jésus* n'a que trois cas différents dans sa déclinaison : le nominatif, l'accusatif et l'ablatif. Or que signifient ces trois cas ? On y reconnaît visiblement les trois personnes divines en une même nature. Voici bien autre chose ! De ces trois cas, le premier, remarquez bien, finit par un S *Jesu S* ; le second, par un M, *Jesu M*, et le troisième, par un U, *Jes U*. Grand mystère, mes frères ! Ces trois lettres finales veulent dire que le Sauveur est à la fois le faîte, le milieu et le plus bas, *Summus, Medius, Ultimus*. Il restait à résoudre une difficulté plus épineuse qu'aucun problème de la mathématique ; on en vint à bout néanmoins. Ce vieux routier eut l'adresse de diviser le terme JESUS en deux portions égales JE US : mais cette S qui, ayant perdu sa compagnie, est tout étonnée de se trouver seule, qu'en faire ? Patience, on va la dédommager. Les Hébreux nomment cette lettre-là *Syn*. Or, *Syn* signifie apparemment en bon écossais *Péché*. Après cela, concluait le prêcheur, quel homme est assez incrédule pour nier que le Sauveur *a ôté les péchés du monde ?* » (p. 210.)

Les théologiens ; le tour de leur esprit ; leurs mœurs ; leurs pratiques (v. p. 182, 192, 268, 270, etc., etc.).

II. — Ce qu'Érasme admire et voudrait voir remettre en honneur.

A. — L'esprit chrétien dans sa pureté. — Le lecteur n'a qu'à prendre la contre-partie des travers et des vices énumérés p. 240, 280, 281, pour se faire une idée de la réforme religieuse souhaitée par Érasme.

B. — Principaux passages où éclate éloquemment le respect d'Érasme. — Ce qu'il dit de saint Bernard (p. 121), de saint Paul (p. 182), du devoir d'imiter Jésus-Christ (p. 200 à 203), ce que devrait être un pape (p. 228 à 232), la folie de la croix (p. 275). Enfin, deux passages caractéristiques où se résument en quelque

sorte le jugement et le sentiment du grand humaniste chrétien : le système du christianisme (p. 283) ; le portrait du vrai dévot (p. 287 à 291).

Tel est ce livre séduisant, et sous une forme frivole, éloquent et passionné, dans lequel Érasme a combattu, avant la réforme de Luther, le bon combat de la réforme du christianisme par l'Église elle-même. Il va de soi que les citations et les références de cet article ne sont qu'un guide pour le lecteur. Si on ne lit pas l'*Éloge* dans son ensemble, et comme d'une seule venue, on ne saurait en recevoir cette impression d'unité que nous avons voulu mettre en lumière ; on ne sera pas entraîné par ce courant de la parole qui va de l'ironie outrée et païenne du début à la satire éloquente et religieuse de la seconde partie.

COUP D'ŒIL SUR LA FAUNE DIPTÉROLOGIQUE DES ALPES FRANÇAISES [1]

Par M. le Dr J. VILLENEUVE.

L'étude des Diptères qui habitent les hauts sommets est, peut-on dire, tout à fait d'actualité. Les Alpes tout particulièrement ont été, à l'étranger, explorées avec soin : elles ont révélé une faune spéciale, riche, presque nouvelle, malgré les nombreuses espèces qu'on y rencontre, déjà signalées de Suède ou de Norwège par Zetterstedt. A ces recherches se rattachent les noms de spécialistes très distingués tels que Théodor Becker, de Liegnitz (Silésie), qui publia, en 1887-1892, d'intéressants mémoires sur les nouveautés de Suisse et du Tyrol; Emmanuel Pokomy, enlevé prématurément à la science, qui décrivit aussi, à la même époque, de nouvelles espèces du Tyrol, travail que j'ai consulté avec fruit pour les matériaux recueillis au col du Lautaret. Il convient d'ajouter encore les noms de Gabriel Strobl, Josef Mik, Marius Bezzi, Friedrich Hendel, pour n'en citer que quelques-uns des plus actifs, qui ont chassé avec le plus grand succès dans les Alpes autrichiennes ou italiennes.

En France, rien de semblable n'avait encore été fait. Chez nous, il faut l'avouer avec regret, cet ordre d'Insectes est tout à fait négligé, quoique très intéressant, et les touristes soucieux d'Entomologie ne s'attardent guère à récolter des mouches, bestioles obscures

[1] Cette étude, la première sur les Diptères des Alpes françaises, a été faite au Laboratoire de Zoologie de l'Université de Grenoble pendant le séjour de l'auteur, le Diptérologiste si connu, au cours des mois de juin et juillet 1903. Elle a été l'objet d'une communication très remarquée au Congrès de l'A. F. A. S. tenu à Grenoble en août 1904. (*Note du Professeur* LÉGER.)

dont la reconnaissance est, dit-on, d'une aridité et d'une difficulté décourageantes. Erreur sans doute qui provient surtout de l'ignorance des langues étrangères à laquelle se heurtent la plupart de nos compatriotes, n'ayant, au fond, pas assez de feu sacré pour tenter de vaincre ce faible obstacle.

Cependant, il faut rendre hommage ici à l'infatigable explorateur des Pyrénées, Pandellé, de Tarbes, qui nous a donné un Synopsis des Tabanides de France et une Étude sur les Muscides de notre pays, travaux fort remarquables, extrêmement consciencieux, conçus sur un plan nouveau, où tant d'espèces incertaines ont acquis, parce que scrutées rigoureusement, une physionomie absolument scientifique et définitive. On peut regarder son œuvre comme un sérieux progrès accompli en France où elle laisse loin derrière elle celle de ses devanciers. Néanmoins, ce savant ne nous a fait connaître que peu d'espèces alpines, en sorte qu'on peut douter sincèrement qu'il ait visité les hautes altitudes. Quant aux Alpes occidentales, les Alpes françaises, elles demeuraient obstinément inconnues des diptéristes.

Aussi, les choses en étaient là, lorsque M. le professeur Léger, de l'Université de Grenoble, me fit le premier envoi de Diptères recueillis par lui et son dévoué préparateur, M. Hesse, tant aux environs de Grenoble que sur les hautes cimes de l'importante chaîne de Belledonne. Sur son invitation, je me rendis moi-même à Grenoble et je trouvai auprès de lui non seulement l'accueil le plus charmant, mais l'hospitalité la plus cordiale et la plus empressée. Qu'on me permette d'exprimer ici à M. le docteur Léger ma vive reconnaissance pour le délicieux séjour qu'il m'offrit dans le Dauphiné. C'est lui encore qui régla d'heureuse façon les excursions aux environs de Grenoble et prit toutes les dispositions utiles pour l'ascension au col du Lautaret, lieu déjà réputé pour sa magnifique flore et où, selon toute vraisemblance, l'on devait faire d'excellentes chasses en ce moment de l'année (fin juin). Je ne fus pas seul, du reste, à taquiner la gent ailée; MM. Léger et Hesse me prêtèrent, tous ces jours-là, un concours très actif et ne négligèrent rien pour assurer le succès de ce voyage scientifique. C'est ce qui explique qu'en un temps relativement court, dix jours, tant d'excellentes pièces aient pu figurer au tableau, si nombreuses que s'est trouvé en partie réalisé le desideratum exprimé plus haut et soulevé un bon coin du voile qui nous célait tant de choses curieuses.

I

Autour de Grenoble.

(Altitude : 2-300 mètres.)

Beaucoup d'espèces méridionales, surtout dans les endroits sablonneux ou chauds, comme à Pont-de-Claix, sur le lit du Drac, aux Carrières de Rochepleine.

Les chasses des deux premiers jours n'ont rien donné de spécial ou d'intéressant.

LE 3e JOUR, 25 JUIN. — ASCENSION DU MONT RACHAIS.

Les principales espèces recueillies ce jour-là sont :

1° Un exemplaire unique du genre *Anthrax* qui paraît se rapporter à *Anthrax distinctus* Meig.

2° *Anthrax velutinus* Meig., en nombre.

Anthrax maurus L., un seul individu.

Spongosia gramma Rond. 3 ♂.

Parexorista agnata Rond. ♀.

Parexorista fimbriata Meig. ♀.

Parexorista aemula Meig. ♂.

Prosopodes fugax Rond.

Acyglossa atramentaria Meig. (= *diversa* Rond.), plusieurs exemplaires.

Onodontha penicillata Rond. ♂.

Pollenia atramentaria Meig. Schin., commun.

Melanostoma ambigua Fall. ♀.

Merodon nigritarsis Rond. ♂.

Merodon submetallicus Rond. ♂♀.

Tabanus nemoralis Meig.

Tabanus maculicornis Zett. ♀.

Sarcophaga teretirostris Pand., commun.

Sarcophaga nigriventris Meig.

4e JOUR, 26 JUIN. — VISITE AUX CARRIÈRES DE ROCHEPLEINE.

A signaler :

Anthrax fenestratus Fall., nombreux exemplaires.

Il faut remarquer que la variété méridionale : *perspicillaris* y fait défaut, tandis qu'elle remonte dans l'Ouest jusqu'en Maine-et-Loire.

Anthrax velutinus, en nombre de

même que *Argyramaeba æthiops* F.
Argyramaeba leucogaster Wdm.
Araba fastuosa, plusieurs ♂.
Gaedia connexa Meig. ♂♀.
Rhinotachina proletaria Egg., un exemplaire.
Antiphrisson trifarius Loew., 1 ♂.
Merodon nigritarsis Rond., 2 ♂.
Enfin, *Miltogramma* sp. nov., déjà trouvée la veille au Rachais. *Miltogramma tæniata* (= *pilimana* Rond.), plusieurs exemplaires.

5e JOUR, 27 JUIN. — PONT-DE-CLAIX.

Il faut noter :

Systoechus leucophaeus Meig.
Lispa flavicincta Loew., 7 exemplaires sur le lit du Drac, au bord de l'eau et sur les galets.
Dexodes spectabilis B. B., un exemplaire.
Chilosia pulchripes Loew.
Eumerus tarsalis : Loew., un ex.
Machimus apicatus Loew ♀.
Philonicus albiceps Meig., nombreux.
Tabanus unifasciatus Loew. ♂.
Tabanus tergestinus Egg. ♂.
Aricia lasiophthalma Meig. ♂.
Spilogaster sp. ?
Sarcophaga arcipes Pand.
Prosopomyia pallida Loew.
Hercostomus nigriplantis St.
Diaphorus vitripennis Loew.

6e JOUR, 28 JUIN. — SASSENAGE, CASCADE DU FURON.

La meilleure chasse des environs de Grenoble :

Brachystoma vesiculosum F.
Homalomyia coracina Loew.
Melanochelia riparia Fall.
Thryptocera bicolor Meig.
Pachymeria Erberi Now.
Pachymeria picena Bezzi (déterm. Bezzi !).
Rhamphomyia umbripennis Meig. (déterm. Bezzi).
Rhamphomyia tephraea ♀ (dét. Bezzi).
Clinocera (Philolutra) hygrobia Loew.
Philolutra impudica Mik.
Clinocera (Wiedemannia) oxystoma Bezzi (*in* litt.), en nombre sur les pierres éclaboussées par la cascade.
Chlorops (Centor) nudipes Loew.
Chlorops (Centor) myopinus Loew.
Chlorops minuta Loew.
Clinocera appendiculata Zett.
Hilara longivittata Zett.
Empis ? pusio Egg.
Tachydromia bicolor F.
Hercostomus cretifer Walke.
Hercostomus exarticulatus Loew.
Liancalus virens Scop.

7e JOUR.

Consacré au voyage du col du Lautaret. Au delà de la rampe des Commères, nous quittons de temps en temps la voiture. Je prends *Tabanus quatuornotatus* Meig., *Haematopota italica* Meig, qui harcèlent nos chevaux en compagnie du trop commun *Tabanus bromius* L. Près de La Grave (1.600 m.), je m'empare de *Plagiopsis soror* Zett. Passé cette localité, les meilleures captures sont réservées à M. Hesse qui, en suivant des raccourcis, bat les fleurs de *Laserpitium* et prend : *Hydrotæa Bezzii* Stein. ♀ et un *Ploas* ♀ de grande taille, nouveau, que j'ai baptisé depuis « *Ploas alpicola.* » Je devais, le surlendemain, prendre l'autre sexe près du Lautaret en descendant vers Briançon, au lieu dit : la Madeleine.

8e JOUR, 30 JUIN.

De bonne heure nous quittons l'hôtel ; encore quelques névés de ci de là ; non loin de nous, la Guisane dont le mugissement sourd trouble seul le silence de ces solitudes. Tout autour, de magnifiques prairies constellées de fleurs printanières où dominent plusieurs espèces de Gentianes au coloris intense : *Gentiana verna* L., *Gentiana acaulis* L. ; des primevères : *Primula viscosa* All., *Soldanella alpina* L. Enfin *Ranunculus aconitifolius*, *Trollius europæus*, *Caltha palustris*, *Narcissus poeticus* L. Le long des ruisseaux abondent les *Veratrum*. Plus loin ce sont de vastes champs de *Meum athamanticum* ou des Asphodèles à perte de vue. Les Diptères y abondent et, pendant quelques heures, tout près de l'hôtel, nous nous livrons à une chasse des plus passionnées qu'un orage presque subit nous force d'interrompre.

9e JOUR, 1er JUILLET.

Le ciel est légèrement couvert ; un vent assez violent souffle et gêne passablement la chasse. Nous en profitons pour visiter les talus de la route et les éboulis : c'est le jour des *Chilosia*, car ces Syrphides sont posées en grand nombre sur les pierres et s'y laissent assez facilement capturer.

10e JOUR, 2 JUILLET.

Sur la route de Briançon, je prends *Ploas alpicola :* nous revisitons rapidement et nos prairies et nos talus, car le départ a lieu à 2 heures. Le docteur Léger prend *Tabanus aterrimus* dans le jardin botanique et me signale une espèce de Tachinaire tout à fait inédite dont je puis reprendre quelques individus.

Avant de donner la liste de nos captures au Lautaret, je dois adresser mes sincères remercîments à MM. Becker qui a bien voulu revoir les *Chilosia*, Stein qui a revu les Anthomyides, Bezzi et Lechtwardt pour les Empides et les Dolichopodides.

Liste des Diptères recueillis au Col du Lautaret (Hautes-Alpes).

(30 JUIN-2 JUILLET 1904.)

1. *Stratiomyia Beckeri* Pleske. — Espèce commune dans nos Alpes, car je l'ai reçue aussi de Serres et de Digne en plusieurs exemplaires.
2. *Oxycera locuples* Loew. — Espèce alpine.
3. *Tabanus aterrimus* var. *auripilus* Meig. — Espèce des hautes altitudes.
4. *Tabanus quadrinotatus* Meig.
5. *Tabanus cordiger* Meig. ♂. — Espèce méridionale recueillie en route.
6. *Lasiopogon montanum* Schin. — Commun sur les pierres.
7. *Ploas alpicola* Villen. sp. nov. ♂♀.
8. *Empis scaura* Loew.
9. *Clinocera appendiculata* Zett.
10. *Microphorus fuscipes* Zett.
11. *Bicellaria spuria* Fall.
12. *Rhamphomyia umbripennis* Meig.
13. *Rhamphomyia* sp. ? — Espèce probablement nouvelle près de *cinerascens*.
14. *Tachydromia cursitans.*
15. *Neurigona suturalis* Fall.
16. *Syrphus unicolor* Curtis.
17. *Syrphus corollae* F.
18. *Syrphus maculicornis* Zett.
19. *Melanostoma gracile* Meig.
20. *Melanostoma mellinum* L.



La Madeleine (route de Briançon). — Prairies à *Ploas alpicola* Villen.



Chasse aux Diptères dans les Prairies du Lautaret, à 2100^{m} d'altitude.

21. *Platycherus manicatus* Meig.
22. *Sphœrophoria scripta* L.
23. *Merodon equestris* F.
24. *Merodon æneus* Meig.
25. *Eumerus tarsalis* Loew.
26. *Chilosia lævis* Beck., plus. exempl.
27. *Chilosia derasa* Loew., plus. exempl.
28. *Chilosia Loewi* Beck., plus. exempl.
29. *Chilosia pubera* Zett., plus. exempl.
30. *Chilosia Langhofferi* Beck., plus. exempl.
31. *Chilosia crassiseta* Loew., un exempl.
32. *Chilosia faucis* Beck., très rare.
33. *Chilosia marginata* Beck., très rare.
34. *Chilosia pigra* Loew.
35. *Chilosia* n. spec., un ♂.
36. *Chilosia coerulescens* Meig., plus. exempl.
37. *Chilosia melanura* Beck., trois ♂.
38. *Chilosia hercyniae* Loew.
39. *Chilosia pictipennis* Egg.
40. *Chilosia gigantea* Zett.
41. *Chilosia vernalis* Fall.
42. *Ascia? dispar* Meig.
43. *Orthoneura brevicornis* Loew.
44. *Araba stelviona* B. B.
45. *Miltogramma occipitale* Pand., un ♂.
46. *Miltogramma pilitarse* Rond.
47. *Metopia campestris* Fall.
48. — *leucocephala* Rossi.
49. *Zophomyia temula* Scop.
50. *Meigenia bisignata* Meig.
51. *Parexorista agnata* Rond.
52. *Macquartia chalconota* auct.
53. *Nemorella amica* Rond.
54. *Macronychia dumosa* Pand. = (*agrestis* Meig.).
55. ? espèce d'un genre nouveau.
56. ? — voisin du genre *Graphogaster*.
57. *Graphogaster? vestitus* Rond.
58. *Calliphora groënlandica* Zett.
59. *Cynomyia mortuorum* L.
60. *Onesia sepulcralis* Meig.
61. *Sarcophaga erythrina* Meig.
62. — *affinis* Fell.
63. — *camaria* L.
64. *Stomoxys stimulans* Meig.
65. *Musca tempestiva* Fall.
66. — *vitripennis* Meig.
67. *Myiospila meditabunda* F.
68. *Aricia marmorata* Zett.
69. — *morio* Zett.
70. — *obscurata* Meig.
71. — *alpicola* Zett., commun.
72. *Aricia* n. spec. ?
73. — n. spec. ?
74-75 — *longipes* Zett. et *variabilis* Fall.
76. *Aricia nivalis* Zett.
77. *Spilogaster duplicata* Meig.
78. — n. spec.

79. *Limnophora* sp. ?
80. — *compuncta* Wiedm.
81. *Limnophora opacula* (2 H.) Strobl.
82. *Pseudolimnophora triangula* Fall.
83. *Trichopticus aculcipes* Zett.
84. — *hirsutulus* Zett.
85. — *subrostratus* Zet.
86. *Onodontha ciliata* F.
87. *Hydrotæa armipes* Fall.
88. — *irritans* Fall.
89. — *dentipes*. F.
90. — *velutina* Dw.
91. *Hydrophoria conica* Wiedm.
92. *Pogonomyia alpicola* Rond.
93. *Hammomyia* sp. ?
94. *Chortophila* sp. ?
95. — sp. ?
96. — sp. ?
97. — sp. ?
98. — *caerulescens* Strobl. plus. exempl.
99. *Chortophila frontella* Zett.
100. — *pratensis* Meig.
101. — *striolata* Fall.
102. — *discreta* Meig.
103. — *trapezina* Zett., très commune.
104. *Chortophila sepia* Fall.
105. *Chortophila cilicrura* Rond.
106. *Anthomyia radicum* L.
107. — *aestiva* Meig.
108. *Lasiops* sp. ?
109. *Coenosia* sp. ?
110. *Syllegopterula Beckeri* Pok.
111. *Chiastochoeta Trollii* Zett., commune dans les fleurs de *Trollius europæus*.
112. *Schoenomyza littorella* Fall.
113. *Clidogastra carbonaria* Pok., espèce alpine, commune.
114. *Clidogastra nigrita* Fall.
115. *Norellia alpestris* Schiner., espèce de montagne.
116. *Norellia spinipes* Meig., plus. exempl.
117. *Norellia liturata* Meig., un exempl.
118. *Gymnomera dorsata* Zett., espèce de montagne. plus. exempl.
119. *Lonchæa dasyops* Meig., commune sur le *Veratrum*.
120. *Tephritis dorinici* Scop.
121. — *marginata* Fall.
122. *Psila atra* Meig., très commune.
123. *Chlorops* sp. ? et *Meromyza*,
124. *Bibio* sp. ?

Soit 124 espèces, dont 18 nouvelles ou inconnues, tel est le bilan du Lautaret (2.075 m.). Je signalerai encore *Silvius vituli* F., capturé par M. Léger aux gorges du Bret ; quant aux diptères de Belledonne, ce sont à peu près les mêmes que ceux du Lautaret. Excellent résultat pour la connaissance de notre faune française et qui appelle d'autres chasses en juillet et en août ! Souhaitons aussi que

toute la chaîne des Alpes soit étudiée du Nord au Sud ; déjà, sous ce rapport, Digne et ses environs se sont montrés d'une richesse inouïe.

Il convient, en terminant, de faire remarquer que, parmi les espèces qu'on rencontre partout, les individus pris en montagne constituent en général une variété plus robuste, en même temps que les soies deviennent plus fortes et la teinte plus sombre (mélanochroïsme). Les espèces tout à fait alpines ont ces caractères encore plus prononcés : corps trapu, pattes souvent armées d'épines ou d'apophyses développées, bouche saillante en museau et protégée par de longues soies, livrée presque toujours noire. Est-ce le seul effet de la rigueur du climat et de l'inclémence du ciel à ces hautes altitudes, je ne saurais l'affirmer.

Puisse ce modeste travail encourager les efforts de nos collègues et les pousser vers ces régions du Haut-Dauphiné si belles et si curieuses pour le touriste, si captivantes pour le savant, botaniste ou entomologiste ! Que de découvertes à faire encore sur le sol de notre chère France, à l'heure où tant de nos compatriotes, épris d'exotisme, s'en vont explorer des terres lointaines : ils en trouveront la preuve ici et nous serons heureux d'y avoir contribué.

SCHILLER
ET LA LITTÉRATURE FRANÇAISE[1]

Par M. P. BESSON,

Professeur à la Faculté des Lettres.

Il y a cent ans, jour pour jour, qu'expirait à Weimar l'un des plus grands poètes qu'ait produits l'Allemagne moderne, un de ces écrivains dont on peut dire que leurs œuvres font partie du patrimoine intellectuel et moral du monde entier. A ce titre, Frédéric Schiller appartient non pas seulement à sa patrie, mais à l'univers, dont il se plaisait à se proclamer le citoyen. Sans doute son génie n'a pas l'envergure de celui de son grand rival Gœthe qu'on est habitué à associer à sa gloire, de même que le sculpteur a associé leurs effigies dans le groupe fameux qui décore l'une des places de Weimar. Il n'a pas, comme Gœthe, embrassé dans une synthèse harmonieuse l'ensemble du savoir humain. Les sciences physiques et naturelles, par exemple, auxquelles Gœthe s'intéressa au moins autant qu'à la littérature ou à la poésie, lui restèrent toujours totalement étrangères. D'autre part, il n'a pas produit une œuvre telle que *Faust*, où s'incarnent les aspirations et les idées de toute une époque, sinon de l'homme lui même. Il n'est pas représentatif de l'humanité entière, mais seulement d'une

[1] Conférence faite le 9 mai 1905 à l'Université de Grenoble à l'occasion du centenaire de la mort de Schiller.

fraction de l'humanité, ce qui est bien déjà quelque chose. Ses œuvres, toutes pleines d'idées généreuses, d'inspirations élevées, de nobles sentiments, ont enthousiasmé, encouragé, consolé les hommes bien loin au delà des frontières de l'Allemagne. Il a entretenu la flamme de l'idéal dans mainte âme douloureusement froissée par les rudesses de la réalité. Par delà les laideurs du présent il a montré à l'humanité les lumineux horizons d'un avenir meilleur et a convié tous les hommes de bonne volonté à travailler à le réaliser.

C'est que, autant et plus qu'un grand écrivain et qu'un poète de génie, Schiller a été un caractère admirable, plein de grandeur et de générosité. Il a été assurément l'un des exemplaires sinon les plus complets (d'autres ont été bien plus complets), du moins les plus nobles, les plus sympathiques de l'humanité. Aussi bien, sa vie tout entière a été une victoire continuelle de l'esprit sur la matière. Aucune traverse ne lui fut épargnée. Une mauvaise fée s'était penchée sur son berceau et avait mis dans son lot deux présents funestes : la pauvreté et la maladie ; la soumission allant jusqu'à l'asservissement fut le partage de sa jeunesse. Parvenu à l'âge d'homme, pour préserver sa liberté morale et son indépendance d'écrivain, il dut briser sa carrière et s'expatrier, et, pendant cinq ans d'une vie errante, il connut toutes les amertumes de l'exil et toutes les humiliations de l'indigence. Plus tard, quand, par sa nomination à une chaire d'histoire à l'Université d'Iéna, il fut rentré dans les cadres réguliers de la société, sa situation pécuniaire ne s'en trouva pas beaucoup améliorée, et c'est un spectacle navrant de voir le pauvre grand homme se débattre dans des difficultés financières sans cesse renaissantes. Qu'on y ajoute les soucis d'une santé de bonne heure délabrée et chancelante, et l'on pourra se faire une idée de ce que fut une existence à laquelle manque à peu près tout ce qui, aux yeux du vulgaire peut rendre la vie attrayante. Et cependant rien ne put abattre l'énergie de Schiller. La pauvreté ne lui ôta rien de sa fierté, la maladie ne brisa pas son courage. Son travail, sans cesse interrompu par quelque accès pernicieux, est sans cesse repris avec une obstination indomptable. Avec une inlassable activité, il produit œuvre sur œuvre, célébrant dans ses tragédies la victoire de la liberté sur la fatalité, de la volonté sur la force aveugle et inconsciente. Il semble qu'il eût pris pour devise cette phrase fière et hautaine qu'on lit au début de son traité : *Du sublime*. « Tous les autres êtres sont

soumis à la nécessité : l'homme est l'être qui veut. » (*Alle andern Dinge müssen, der Mensch ist das Wesen welches will.*) Je ne connais guère de spectacle plus saisissant et plus réconfortant que celui de cette lutte de l'homme contre les fatalités de la vie. Il en ressort une grande leçon de courage et de virilité.

Voilà qui suffirait, ce me semble, à nous justifier, s'il était besoin de justification, d'avoir pris l'initiative de commémorer, ici en France, un poète allemand. Ces raisons, au surplus, valent pour tous les pays du monde. Partout où il y a des hommes capables d'apprécier la grandeur morale, la noblesse du caractère, non moins que la haute valeur des œuvres littéraires, au Nord comme au Sud, à l'Est comme à l'Ouest, Schiller a de chauds admirateurs et de zélés partisans. Nous avons en France des raisons particulières de le célébrer. Je ne veux même pas faire état de ce fait qu'il fut notre concitoyen, non pas de naissance, mais en vertu d'une délibération de l'Assemblée législative qui lui conféra, par une loi du 27 août 1792, le titre de citoyen français. Non : cette décision, qu'il n'avait pas sollicitée, n'a qu'une valeur purement historique et documentaire. Mais Schiller a eu d'autre part avec notre pays, et spécialement avec notre littérature, des rapports beaucoup plus étroits qu'on ne croit généralement. Sauf les écrivains de son pays, il n'en est pas qu'il lût plus assidument que les nôtres. Sans cesse leurs noms reviennent sous sa plume. Il parle d'eux tantôt avec enthousiasme, tantôt avec sévérité. Ses jugements ne sont pas toujours marqués au coin de l'impartialité. On y sent parfois des préjugés et des partis pris. Mais enfin il connaît nos auteurs et, sa vie durant, il ne cesse d'élargir et d'approfondir la connaissance qu'il a de leurs œuvres. Il m'a semblé que pour un Français il n'y avait pas de meilleure manière de commémorer Schiller que de montrer combien ont été étroites ses relations intellectuelles avec la France.

Les relations intellectuelles de Schiller avec la France ne remontent pas à sa première jeunesse. On ne le voit pas, comme le jeune Gœthe, manier le français presque avec autant d'aisance que l'allemand et entretenir avec les amis les plus divers une correspondance polyglotte. On sait assez que son éducation, par la faute des circonstances plus que par la sienne propre, fut passablement négligée. Son père, le brave capitaine Schiller, ne semble pas avoir été un bien grand pédagogue et, à l'Académie militaire ou École de Charles, où le jeune homme reçut son instruction, la littérature était systémati-

quement bannie des programmes. Le duc Charles-Eugène était ennemi juré des idéologues. L'école qu'il avait fondée et qui portait son nom, il entendait qu'elle formât d'utiles serviteurs de l'État et non pas des songe-creux ou des littérateurs. Aussi Schiller, ballotté entre l'étude du droit, par où il débuta, et celle de la médecine, pour laquelle il finit par se décider, n'eut certainement pas l'occasion ni le temps de se familiariser avec nos écrivains, un seul excepté. Mais celui-là, en revanche, devint promptement son idole. J'ai nommé Rousseau, que nous pouvons bien compter parmi les nôtres, bien qu'il s'intitulât fièrement citoyen de Genève. On sait assez quelle influence Rousseau exerça en Allemagne pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle. Chez nul écrivain peut-être l'empreinte des idées de Rousseau n'est plus visible que dans les œuvres de la jeunesse de Schiller. Les déclamations furibondes des *Brigands*, l'amère ironie de mainte pièce lyrique de l'*Anthologie pour 1782*, les tirades républicaines de *Fiesque*, les véhémentes sorties contre les préjugés sociaux de *Intrigue et Amour*, la belle rhétorique humanitaire de *Don Carlos*, tout cela procède de Jean-Jacques, du *Discours sur l'inégalité*, du *Contrat social*, du *Discours sur les arts et les sciences*. Ces faits sont trop connus et je me ferais scrupule d'y insister davantage. Je veux simplement retenir ceci : c'est que les œuvres de la jeunesse de Schiller, si foncièrement allemandes qu'elles soient de forme et d'inspiration, procèdent cependant en droite ligne d'un écrivain français, Rousseau. Cette influence alla s'atténuant avec le temps. *Don Carlos* en marque le terme extrême, et désormais le poète, émancipé de toute tutelle, vola de ses propres ailes et ne demanda plus d'inspirations à personne. Au surplus, comment lui, le représentant le plus autorisé de l'école d'*Ouragan et d'Emportement*, de cette école des jeunes, révoltés contre les règles, serait-il allé chercher des modèles dans notre littérature classique, asservie aux règles ? Est-ce que lui-même, et avec lui tous les novateurs, n'entendaient pas précisément secouer le joug de l'imitation française ? Ils avaient pris leur mot d'ordre chez Lessing et criaient haro sur Corneille, sur Racine, non moins que sur leurs faibles successeurs.

Il serait donc fort vain de chercher dans les œuvres de Schiller, à part l'influence de Rousseau, la moindre trace d'une influence française quelconque. Il semblerait, par suite, que l'histoire des relations intellectuelles de Schiller avec la littérature française dût, en bonne logique, se réduire au seul chapitre : Schiller et Rousseau. Ce serait

toutefois aller un peu vite en besogne et borner à l'excès le champ de nos investigations. Si Schiller ne demanda par la suite à nos écrivains ni des inspirations, ni des modèles, en revanche il alla plus d'une fois chercher chez nos historiens, nos chroniqueurs, nos auteurs de mémoires, des sujets à traiter et des héros à célébrer. Cela commença de fort bonne heure. Parmi les ouvrages que l'esprit subtil des élèves de l'École de Charles parvint à introduire en contrebande dans l'établissement se trouvaient, outre les œuvres de Rousseau, celles de Duport du Tertre. Ce Duport du Tertre (1715-89), dont la plume féconde fournit de nombreux articles aux feuilles périodiques de Fréron et de l'abbé de Laporte, était un de ces polygraphes alertes, comme notre XVIII[e] siècle en produisit tant, qui, entre autres ouvrages, fit paraître en 1754 une monumentale publication, une *Histoire des conjurations,* en huit volumes. Cette composition, qui n'est pas dénuée de mérite, fournit à Schiller le sujet de sa première œuvre dramatique, un *Pierre de Médicis* qui n'a pas, il est vrai, été jugé digne par son auteur de passer à la postérité ; mais il nous suffit de constater qu'il en a été chercher la matière chez un de nos écrivains. Si les *Brigands* ne durent rien à la France que l'inspiration de Rousseau qui, il est vrai, domine d'un bout à l'autre le drame, en revanche ce fut principalement chez des Français que Schiller alla s'instruire quand il écrivit *Fiesque.* Ses sources sont encore : l'*Histoire des conjurations,* de Duport du Tertre, l'*Histoire de Fiesque*, du cardinal de Retz, l'*Histoire de la république de Gênes,* de Mailly, auxquelles il faut ajouter, il est vrai, l'*Histoire de Charles-Quint*, de l'Anglais Robertson. D'autre part, ce fut, dit-on, la lecture d'un passage des *Confessions,* de Rousseau, qui attira son attention sur ce sujet. On sait assez que la matière de *Don Carlos* est prise entièrement dans la *Nouvelle historique et galante*, de Saint-Réal, qui porte ce titre et, pour compléter sa documentation, Schiller consulta également la *Vie des hommes illustres,* de Brantôme. Plus tard il s'adresse moins souvent et moins volontiers à nous pour nous demander des sujets ou des documents. Cependant, quand il écrivit *Marie Stuart*, l'*Histoire d'Angleterre*, de Rapin et Thoyras (1661-1725), lui fut, de son propre aveu, fort utile pour donner à son œuvre la couleur locale [1], et Brantôme lui fournit certai-

---

[1] Lettre à Gœthe du 12 juillet 1799. Cf. *Schillers Briefe herausgegeben von Fritz Jonas.* VI, 56. Nos citations de la correspondance de Schiller sont toutes faites d'après l'édition de Jonas.

nement plus d'un trait dont il a tiré parti, quand ce ne serait que la scène de la mort de Marie, au 5[e] acte, qui est visiblement inspirée par un passage de l'*Histoire des dames illustres de France*. Enfin, pour compléter cette liste des œuvres dramatiques de Schiller, où nos auteurs ont une part, je nommerai encore la pièce inachevée *Les chevaliers de Malte*, inspirée à Schiller par l'*Histoire des chevaliers hospitaliers de Saint-Jean-de-Jérusalem*, de Vertot, qu'il connaissait fort bien, à telles enseignes qu'il écrivit une préface pour la traduction allemande de Niethammer (1792). Enfin je n'ai garde d'oublier *Jeanne d'Arc*, cette tragédie dont le sujet est emprunté à notre histoire nationale, sans que l'on sache d'ailleurs où Schiller est allé se documenter. On voit par cette énumération que, dans sa carrière d'auteur dramatique, Schiller ne fut pas sans devoir quelque chose aux Français. Au surplus je me garderai bien d'exagérer l'importance de ces emprunts purement matériels. Il ne nous demanda que des sujets et de la couleur locale. Son esthétique dramatique resta toujours profondément différente de celle de notre théâtre classique si même elle n'en fut pas le contre-pied.

De même quand Schiller voulut composer des ballades, on le vit tirer profit de ses lectures pour y trouver des inspirations, des aventures plus ou moins merveilleuses à mettre en vers. Or, sur une dizaine de ballades qu'il composa en tout, il en est trois dont il emprunta le sujet à nos auteurs. Il met à contribution les ouvrages les plus divers et trouve à puiser aux sources les plus inattendues. *Le combat contre le dragon* raconte un épisode bien connu de l'*Histoire des chevaliers de Saint-Jean*, de Vertot; dans *La promenade à la forge*, Schiller se borne à mettre en vers un récit intercalé dans une nouvelle de Restif de la Bretonne. On a peine à se figurer que cette légende pieuse et naïve a été empruntée à une source aussi suspecte. Enfin, *Le gant* est tiré de l'*Essai sur Paris*, de Saint-Foix, une sorte de Dulaure avant la lettre.

Nos auteurs rendirent à Schiller d'autres services encore que de le pourvoir de sujets à traiter ou de matières à développer. Il eut recours, dans les circonstances les plus diverses, à nos érudits, à nos historiens ou à nos littérateurs. En 1788, il entreprit de lire avec Caroline de Beulwitz, la sœur de sa future femme, Charlotte de Lengefeld, l'*Iphigénie à Aulis*, d'Euripide. Entreprise ardue, car il n'avait du grec qu'une simple teinture, et sa partenaire n'en savait sans doute

pas plus long que lui. Aussi Schiller fut-il trop heureux de s'aider de la traduction française que Pierre Brumoy (1688-1742) avait fait paraître dans son *Théâtre des Grecs*. Il en profita pour faire de la tragédie grecque une version en vers iambiques, qui parut dans la *Thalie rhénane* et figure dans ses *Œuvres complètes*.

Quand, au commencement de l'année suivante (mars 1789), Schiller fut nommé professeur d'histoire à l'Université d'Iéna, il ne trouva pas de meilleur guide, comme il l'écrit à Kœrner (26 mars 1789), « pour le conduire sans trop de fatigue à travers l'histoire universelle », que les *Éléments de l'histoire générale*, de l'abbé Millot (1726-85). Et pour compléter cette lecture, un peu terre à terre sans doute, il lut également le *Discours sur l'histoire universelle*, de Bossuet. En 1790, Schiller entreprit la publication d'une *Collection générale de mémoires historiques (Allgemeine Sammlung historischer Mémoires)*. Idée qui lui fut inspirée d'ailleurs par une publication analogue qui venait de commencer à paraître à Paris[1]. En 1791 et les années suivantes, il fit paraître un *Calendrier historique pour les dames (Historischer Kalender für Damen)*. Pour remplir le programme qu'il s'était tracé il mit encore les Français à contribution ; il lut et traduisit ou fit traduire, avec une prédilection marquée, les œuvres de nos historiens. Il commença par Joinville, dont le ton naïf lui plut fort mais qu'il trouva difficile à comprendre sans dictionnaire[2]. D'ailleurs, il ne semble pas avoir eu une très grande confiance même dans ses connaissances en français moderne car, lorsqu'au mois de janvier 1790, il voulut lire les *Mémoires de Sully* et ceux de *d'Aubigné* en les demandant au libraire Gœschen, il crut prudent de spécifier qu'il désirait autant que possible en avoir une traduction allemande[3]. Nous trouvons également dans ses œuvres une *Histoire des guerres de religion en France* qui n'est qu'un simple abrégé de *L'Esprit de la Ligue* (1767), d'Anquetil[4]. Quand il composa son *Histoire de la guerre de Trente Ans* (1792)

[1] II, 255.

[2] II, 274.

[3] III, 6.

[4] Quant aux *Mémoires du maréchal de Vieilleville*, dont la traduction allemande parue dans les *Heures* (1797) lui a été attribuée par Koerner et se trouve dans ses *Œuvres complètes*, ils ont été traduits par Guill. de Wolzogen, dont Schiller se borna à revoir la traduction, qu'il fit précéder d'une courte préface. Mais ce fut bien certainement lui qui en inspira le choix.

il puisa maint renseignement dans l'*Histoire des guerres et des négociations qui précédèrent le traité de Westphalie* (1727), de Guill. Bougeant (1690-1743).

Il ne faudrait pas croire d'après cela que Schiller considéra notre littérature uniquement au point de vue utilitaire, comme une estimable mine de renseignements divers ou un magasin de sujets à traiter. Il avait d'elle une plus haute idée et sut l'apprécier pour elle-même. Sans doute les jugements qu'il porte sur nos auteurs nous paraissent parfois assez déconcertants, mais ils n'en sont que plus caractéristiques et il est intéressant d'essayer de démêler les causes de ses sympathies et de ses antipathies. Commençons par constater que, sur la période qui précède le siècle de Louis XIV, il n'a que des notions tout à fait rudimentaires. Il ne connaît guère que Joinville et Brantôme, et encore il ne les a pas lus pour eux-mêmes, mais pour le profit qu'il espérait en tirer. Mais combien de Français, même instruits, à son époque, faisaient, avec Boileau, commencer la littérature française à Malherbe? Ne nous étonnons donc pas de voir un étranger tomber dans la même erreur. Même nos auteurs classiques, il ne les connut vraiment que sur le tard. Au mois d'août 1803, moins de deux ans avant sa mort, par l'entremise de Cotta, il fit venir de Strasbourg, alors l'intermédiaire ordinaire des relations intellectuelles de la France et de l'Allemagne, les *Fables de La Fontaine* en deux volumes, un Boileau en deux volumes, les œuvres de Molière en huit volumes et celles de Racine en cinq volumes. Nous apprenons même, par une de ses lettres, qu'il paya La Fontaine 39 kreuzer, Boileau 50 kreuzer, Molière 2 florins 32 kreuzer et Racine 1 florin 50 kreuzer [1].

Je sais bien qu'il devait connaître Racine déjà antérieurement puisque, dans une lettre du mois de mai 1799, il le déclare fort supérieur à Corneille, mais ce ne fut qu'en 1803 qu'il éprouva le besoin de posséder lui-même ses œuvres. Longtemps il ne dut avoir sur nos deux grands poètes dramatiques que des notions fort vagues, du moins je me plais à le croire, et voici pourquoi : à la date du 24 août 1784 il écrit à Dalberg, l'intendant du théâtre de Mannheim, qu'il se propose « d'enrichir la scène allemande en y acclimatant les pièces classiques de Corneille et de Racine... » Jusque-là rien de mieux, mais

[1] VII, 62.

il ajoute : « de Crébillon et de Voltaire » ; il s'agit de Crébillon père et non de Crébillon fils. Mais n'est-ce pas compromettre Racine et Corneille dans une société bien mélangée, et quelle singulière idée Schiller se faisait-il à cette époque du classicisme pour nommer tout d'une haleine Voltaire et Corneille, Crébillon et Racine? Cette faute de goût peut être mise sur le compte d'une inexpérience juvénile, bien excusable en somme. Je suis sûr qu'on trouverait des erreurs du même genre chez maint critique français de l'époque. Le pseudo-classicisme eut la vie fort dure chez nous et conserva longtemps de zélés partisans. Nombre de braves gens en France demeurèrent convaincus toute leur vie que la *Didon*, de Lefranc de Pompignan, ou l'*Agamemnon*, de Népomucène Lemercier, valait bien *Iphigénie* ou *Nicomède*, *Cinna* ou *Andromaque*.

Je ne me dissimule pas que Schiller ne paraît pas avoir jamais beaucoup goûté les deux coryphées de notre théâtre classique. Racine est le moins maltraité des deux, mais que de restrictions dans les éloges qu'il lui décerne ! A vrai dire, je n'ai trouvé chez lui de jugement explicite que sur deux des pièces de Racine : *Mithridate* et *Phèdre*. Mais le ton dont il en parle n'est guère favorable. Sans autre forme de procès il range *Mithridate* parmi les « œuvres décrépites » *(abgelebt)*, et dit d'un ton dédaigneux que « la lecture suffit à faire sentir ce qu'il y a de vide, d'incomplet, de maladroit dans tout ce genre [1] ». *Phèdre* trouve davantage grâce à ses yeux ; il est d'avis que c'est de toutes les pièces du théâtre français « celle qui a le plus d'intérêt dramatique [2] ». Il veut bien accorder qu'elle a « beaucoup de qualités » et ajoute : « Une fois le genre admis, on peut même la qualifier d'excellente [3]. » Aussi se décida-t-il à traduire la tragédie en allemand et y trouva, comme il dit, « un agréable exercice [4] ». La pièce fut jouée dans la version de Schiller le 30 janvier 1805, à l'occasion de l'anniversaire de la duchesse Louise.

Si c'est sur ce ton que Schiller parle de Racine, qu'il a déclaré fort supérieur à Corneille, on peut aisément se figurer qu'il ne pense pas

---

[1] VII, 115. A Gœthe, 17 janvier 1804.
[2] VII, 200. A Iffland, 5 janvier 1805.
[3] VII, 206. A Kœrner, 20 janvier 1805.
[4] VII, 227. A Guill. de Humboldt, 2 avril 1805.

grand bien de ce dernier. De fait, il le maltraite avec une véritable frénésie, bien qu'il lui fasse une fois la politesse de l'appeler « un maître de l'art [1] ». L'injustice de ses critiques est même tellement outrée qu'elle en est étonnante, d'autant plus étonnante qu'avec une pointe de paradoxe on pourrait soutenir qu'il y a au fond quelque affinité entre leurs deux génies. Chez tous deux un certain penchant à l'exagération, le don de la rhétorique, le goût des amples développements. Je n'ai garde de pousser le parallèle trop loin. Ce qui subsiste de ma remarque c'est l'irréductible hostilité du poète allemand envers notre plus grand auteur dramatique. Le *Cid* est « décrépit [2] » ni plus ni moins que *Mithridate*. Quant à *Rodogune*, à *Pompée*, à *Polyeucte*, il y trouve « des fautes énormes » et il continue : « L'action, l'agencement dramatique, les caractères, les mœurs, la langue, bref tout, même la versification prête aux plus vives critiques, et la barbarie d'un art encore informe ne suffit pas, tant s'en faut, à excuser ces défauts. » Comme l'on voit, c'est un parti pris de dénigrement, et les duretés de Lessing envers Corneille se trouvent presque dépassées. Que ne trouve-t-il pas à lui reprocher : « La pauvreté de l'invention, la sécheresse dans les caractères, la froideur dans les passions, la lenteur et la gaucherie dans la marche de l'action et le manque presque complet d'intérêt... ». Il ne trouve à louer que l'élément héroïque et encore relève-t-il que l'héroïsme des personnages de Corneille est monotone [3].

Voilà qui est à la fois dur et injuste. Mais je n'attache pas une importance excessive à un jugement que son outrance frappe de nullité et j'en appelle de Schiller à Schiller lui-même. Il ne devait pas tarder à revenir à des appréciations plus équitables. J'en trouve le témoignage dans une pièce de vers composée par Schiller au mois de janvier 1800 et destinée à servir de prologue au *Mahomet*, de Voltaire, que Gœthe avait traduit et mis en scène pour le théâtre de Weimar [4]. Qu'on ne se méprenne pas sur le caractère de cette ten-

---

[1] VI, 35. A Gœthe, 11 mai 1799.

[2] VI, 370. A Sophie Méreau, mars 1802. Sophie Méreau préparait une traduction du *Cid*.

[3] VI, 35. A Gœthe, 31 mai 1799.

[4] On ne sait pas, du reste, si cette pièce, intitulée *A Gœthe* dans les œuvres de Schiller, a réellement été déclamée sur la scène.

tative. Ce n'était ni plus ni moins qu'une réaction et une protestation contre le naturalisme brutal et la triviale platitude qui s'étalaient sur la scène allemande de l'époque. A ce naturalisme, à cette platitude, Gœthe prétendait opposer la noblesse, parfois un peu emphatique, et l'idéalisme, parfois conventionnel, de notre théâtre classique, affirmant ainsi que la scène s'accommode fort bien d'une certaine dose d'emphase et d'une forte part de convention. Dans sa pièce de vers, Schiller se solidarise avec son ami, et tout en affirmant qu'il ne s'agit pas de revenir à une servile imitation de notre littérature, il constate que le théâtre allemand peut apprendre bien des choses du nôtre. Il lui en coûte évidemment de faire cet aveu : il le fait précéder de mille restrictions, reprochant notamment à notre théâtre classique de manquer de sincérité, mais enfin il constate que nulle part le souci de l'art n'était aussi grand que chez nous, et que si nous tombions dans l'artificiel et dans la convention, du moins la grossièreté était bannie de notre théâtre. « C'est chez les Français seulement qu'on pouvait trouver encore l'art, bien qu'ils ne se soient jamais élevés jusqu'à la hauteur de l'auguste modèle que l'art leur offrait.... La scène, pour eux, est un domaine sacré : de cette enceinte sanctifiée sont bannis les accents grossiers et négligés de la nature... C'est l'empire de l'harmonie et de la beauté. » Il prend soin, il est vrai, d'ajouter que, néanmoins, « les Français ne sauraient servir de modèles aux Allemands », parce que « dans leur art nul esprit de vie ne parle ». Mais enfin l'ensemble n'en constitue pas moins une véritable amende honorable que Schiller fit à notre théâtre classique, après les diatribes véhémentes et injustes dont j'ai cité un échantillon plus haut.

Voilà donc qui est entendu : Schiller n'eut jamais pour notre XVIIe siècle que des sympathies à tout le moins fort mitigées. En revanche, il goûta davantage nos auteurs du XVIIIe siècle. J'ai déjà dit son enthousiasme pour Rousseau, dont on trouve l'expression la plus caractéristique dans une pièce de vers dédiée à ce grand écrivain et datée de 1781. Il y célèbre Rousseau en quatorze strophes, de six vers chacune, dont l'enflure lui déplut plus tard, à telles enseignes que, dans l'édition définitive de ses œuvres, il n'en conserva que deux. Si l'on veut se rendre compte de l'impetuosité des sentiments de Schiller et des transports que lui inspirait son admiration pour Rousseau, il faut lire cette pièce intitulée *Rousseau*, non pas dans le

texte des éditions classiques, mais dans le texte primitif de l'*Anthologie,* où s'exprime l'enthousiasme le plus délirant.

Donc, pour Schiller, c'est Rousseau qui est le représentant le plus éminent de notre XVIIIe siècle; mais il s'en faut que de notre XVIIIe siècle il ne connût que Rousseau. Au contraire, il avait lu et pratiqué à peu près tous les écrivains de cette époque, comme en témoigne sa correspondance où il parle d'eux à chaque instant.

De Montesquieu, Schiller connaissait l'*Esprit des Lois*, qui, de son propre aveu, lui fut d'un grand secours pour la préparation de son cours d'histoire [1], et les *Considérations sur les causes de la grandeur et de la décadence des Romains*, que « l'on compte avec raison, dit-il, parmi les trésors les plus précieux de la littérature [2] ».

Voltaire, semble-t-il, ne devait guère lui plaire. L'opposition de leurs tempéraments est trop absolue pour laisser place à la moindre sympathie. D'un côté le scepticisme à outrance, l'ironie la plus aiguisée et l'esprit le plus alerte, de l'autre une sentimentalité débordante, une rhétorique souvent un peu creuse et une foi dans le bien qui confine parfois à la naïveté. Néanmoins, il y avait entre eux des points de contact : tous deux croyaient au progrès ; tous deux étaient convaincus que les maux, les souffrances, les convulsions du présent préparent à la pauvre humanité un avenir meilleur et plus serein. Aussi, quand, dans les premiers mois de l'année 1789, Schiller songea à composer un poème épico-didactique consacré à célébrer le XVIIIe siècle et ses grandeurs, il se proposa de donner à Voltaire une place bien en vue. « J'y glorifierais surtout l'indépendance de la pensée, dit-il, et ce serait là le caractère essentiel de l'œuvre entière. Voltaire y aurait aussi un beau monument [3]. »

Schiller ne semble pas d'ailleurs avoir connu, à beaucoup près, l'ensemble de l'œuvre de Voltaire, mais seulement tel ou tel de ses ouvrages que le hasard des circonstances lui mit entre les mains. Pendant son séjour à Tharand (avril 1787) il lut *Charles XII* et en fut « ravi ». Il y trouva « encore plus de génie que dans le *Siècle de Louis XIV* ». Il fut charmé de constater que cet ouvrage « avait à

---

[1] II, 25. A Kœrner, 6 mars 1788.
[2] II, 170. A Lotte de Lengefeld, et Caroline de Beulwitz, 4 décembre 1788.
[3] II, 253. A Kœrner, 10 mars 1789.

la fois tout l'intérêt d'une histoire de Robinson et un véritable esprit philosophique [1] ». Il goûta moins Voltaire comme dramaturge : Quand Gœthe voulut traduire *Mahomet*, Schiller approuva ce projet en termes assez froids ; il fut d'avis que « le sujet sauve la pièce de l'indifférence » et que « pour la technique elle diffère avantageusement de la plupart des pièces françaises [2] ». Visiblement, il n'est qu'à moitié satisfait et proposa à Gœthe une série de changements destinés à donner à la pièce plus de mouvement et d'action [3]. Voilà qui est bien clair : on retrouve ici l'antinomie de notre théâtre classique français, abstrait et régulier, et du théâtre classique allemand, auquel Lessing avait infusé un peu de la vie surabondante des pièces de Shakespeare.

Si Schiller admirait les qualités d'élégance et de clarté des œuvres historiques de Voltaire, en revanche il se rendait fort bien compte des limites de son talent ; il se refuse même à le compter parmi les vrais poètes, et avec une certaine cruauté il le place au même rang qu'un Pope ou un Wieland [4]. Dans la dernière lettre qu'il adressa à Gœthe, il va plus loin encore : parlant de Voltaire, il l'appelle un « protée » et lui dénie la qualité, essentielle à son gré, d'un poète : le sentiment et le cœur [5]. L'admirateur enthousiaste de Rousseau ne devait évidemment avoir de Voltaire qu'une assez piètre opinion, et le poète qui écrivit *Jeanne d'Arc* ne pouvait avoir que mépris et dédain pour l'auteur de *La Pucelle* [6].

Il ressort de là que les sentiments de Schiller envers Voltaire sont assez mélangés, qu'ils varièrent avec le temps et que Schiller est loin d'accorder à ce représentant par excellence de la littérature française au XVIIIe siècle une approbation sans réserve. En revanche, il y a dans notre XVIIIe siècle un homme à qui il a voué une admiration presque aussi grande qu'à Rousseau. C'est celui qu'on a appelé le plus Allemand des Français : c'est Diderot. Il admire en lui l'homme

---

[1] I, 342. A Kœrner, fin avril 1787.
[2] VI, 95.
[3] VI, 99.
[4] V, 186. A Kœrner, 1er mai 1797.
[5] VII, 239.
[6] Comparez la pièce de vers intitulée *La Pucelle d'Orléans* (*Das Mädchen von Orléans*), dans laquelle Schiller venge Jeanne d'Arc des outrages de Voltaire.

autant que le philosophe ou l'écrivain. Il eut l'occasion de lire encore en manuscrit la *Vie de Diderot*, par sa fille Mme Vandeul, et nous retrouvons dans une lettre à Kœrner l'écho de l'enthousiasme que lui causa cette lecture. Avec sa facilité ordinaire à s'exalter il atteint du coup aux plus extrêmes limites de l'admiration : « Quelle activité dans cet homme, s'écrie-t-il ! C'était une flamme qui ne s'éteignait jamais... Tout en lui était âme... Tout porte la marque d'une supériorité et d'une excellence auxquelles les plus grands efforts d'autres mortels ordinaires ne sauraient atteindre[1]. » Certes voilà de quoi satisfaire les plus zélés admirateurs de Diderot. L'esthétique du philosophe français obtient sa pleine approbation. A propos de l'*Essai sur la peinture*, il dit : « Presque chaque phrase est une étincelle qui illumine les mystères de l'art, et ses remarques s'élèvent si bien jusqu'aux sommets de l'art et descendent dans ses profondeurs, qu'elles embrassent l'art entier et tout ce qui s'y rapporte et peuvent servir de guide au poète aussi bien qu'au peintre[2]. » A quelques jours de là, il confirme cette impression dans une lettre à Kœrner[3]. Plus tard, il est vrai, Schiller mit une sourdine à son admiration et tempéra ses éloges par une critique grave. Diderot, d'après lui, « atteint la vérité par le sentiment, mais la perd de nouveau par le raisonnement[4] ». Il lui reproche de faire de la beauté la servante de la morale et de nuire par là à l'appréciation désintéressée de l'œuvre d'art. Querelle éternelle entre les moralistes et les esthéticiens, où l'on est assez surpris de voir Diderot accusé d'exagérer les droits de la morale.

Schiller connaissait également la plupart des autres œuvres de Diderot, comme on en peut juger par les mentions assez fréquentes qu'on en trouve dans sa correspondance : l'*Essai sur le mérite et la vertu*, *La religieuse*, dont il aurait voulu faire paraître une traduction dans les *Heures ; Le neveu de Rameau*, que Gœthe traduisit ; *Les bijoux indiscrets*, dont Schiller trouva « surtout la première partie très intéressante », ajoutant non sans une certaine

---

[1] II, 15. A Kœrner, 2 février 1788.
[2] V, 131. A Gœthe, 12 décembre 1796.
[3] V, 137. A Kœrner, 27 décembre 1796.
[4] V, 237. A Gœthe, 7 août 1797.

naïveté que, « somme toute, le sujet est traité avec une décence tout à fait édifiante[1] ».

Schiller avait lu certainement encore mainte autre œuvre de notre littérature du XVIIIe siècle, sans qu'il nous soit possible d'en fournir la preuve. Le hasard seul nous a conservé, soit dans ses œuvres, soit surtout dans sa correspondance, le témoignage de la place que la littérature française tenait dans ses lectures. On remarquera que les philosophes n'y figurent pas; on en devine aisément la raison sans que j'aie besoin d'y insister : le matérialisme ou l'athéisme d'un d'Holbach, d'un La Mettrie, d'un Helvetius n'étaient pas pour lui plaire. En revanche il lit avec plaisir les romans de l'abbé Prévost, de Restif de la Bretonne, de Laclos, de Mme de Genlis, d'Adèle de Flahaut. *Le cœur humain dévoilé,* de Restif, lui paraît un « livre singulier ». Il y prend intérêt « malgré tout ce qu'on y trouve d'odieux, de plat, de révoltant[2] ». Il est heureux de cette occasion d'enrichir sa connaissance de la psychologie humaine. Une autre fois, il va jusqu'à appeler ce roman autobiographique « une des œuvres les plus importantes de toute la littérature moderne[3] ». On voit qu'il s'en exagère singulièrement le mérite. Il n'est pas moins élogieux pour Laclos et ses *Liaisons dangereuses*. Il y trouve « un style charmant, un intérêt toujours soutenu, de l'esprit, de la finesse, de la vivacité et des remarques d'une vérité frappante sur l'homme et les sentiments[4] ». Il n'est pas arrêté par ce que ce roman a de scabreux et n'hésite pas à ajouter : « Je ne rougirais pas pour une femme qui m'avouerait avoir lu ces lettres et les avoir trouvées excellentes ; je n'en rougirais pas pour elle, à supposer que je fusse persuadé que cette femme eût assez d'esprit pour les comprendre entièrement. » De Marivaux il ne semble avoir connu que *Le paysan parvenu,* qu'il appelle « un très bon roman[5] ».

Dans un genre plus léger, il lut avec plaisir *La guerre des dieux anciens et modernes* (1799), de Parny, et ne dédaigna pas de remarquer

---

[1] III, 475. A Gœthe, 23 août 1794.
[2] V, 314. A Gœthe, 2 janvier 1798.
[3] VI, 179. A Unger, 26 juillet 1800.
[4] I, 340. A Kœrner, 22 avril 1787.
[5] I, 285. A Gœschen, 7 avril 1786.

que « le poème est assez gai et renferme des traits charmants[1] ». La licence, qui en est le trait caractéristique, ne semble pas l'avoir offusqué.

Je n'en finirais pas s'il me fallait énumérer toutes les œuvres de notre XVIIIe siècle que Schiller connaissait certainement, comme sa correspondance en porte témoignage, depuis la médiocre tragédie de Crébillon père : *Rhadamiste et Zénobie*, dont il parle à juste titre avec le plus profond dédain[2], jusqu'au *Voyage du jeune Anacharsis en Grèce*, de Barthélemy, qu'il déclare fort médiocre, en passant par l'*Histoire secrète de la cour de Berlin*, de Mirabeau, dont il recommande fort la lecture à son ami Kœrner en lui disant qu'il y trouvera « de quoi s'amuser et s'instruire[3] », et les comédies de Beaumarchais.

En parcourant sa correspondance on a l'impression que si Schiller goûtait médiocrement notre XVIIe siècle, en revanche il suivit avec un vif intérêt tout le mouvement littéraire du XVIIIe siècle et connaissait à tout le moins les œuvres les plus importantes de nos écrivains, sans compter qu'il y a bien des chances pour qu'il n'ait pas signalé à ses correspondants toutes les lectures qu'il a faites.

D'autre part, Schiller, qui voyagea peu et ne sortit jamais de l'Allemagne, ne connut personnellement aucun des écrivains français ses contemporains, sauf Mme de Staël dont il fit la connaissance pendant le voyage qu'elle entreprit en Allemagne en 1803-1804. On sait de reste que ses relations avec notre fameuse compatriote furent passablement orageuses ou, plus exactement, accidentées. Cela commence par de tendres effusions, mais cela finit presque par une brouille. Ces faits sont bien connus et je ne pourrais ajouter rien de nouveau aux traits qu'ont notés ceux qui ont raconté le voyage de Mme de Staël en Allemagne[4]. Aussi je me borne à une esquisse rapide.

Bien entendu, Schiller connaissait les œuvres de Mme de Staël longtemps avant de faire sa connaissance personnelle. Sans se faire la moindre illusion sur les faiblesses de cette femme illustre, il savait

---

[1] VI, 62. A Gœthe, 30 juillet 1799.

[2] VI, 366.

[3] II, 244.

[4] Voir p. ex. la volumineuse biographie de Mme de Staël, par Lady Blennerhassett, ou l'intéressant article publié par Ch. Joret dans les *Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux*, sous le titre de : *Mme de Staël et la cour littéraire de Weimar* (années 1899 et 1900).

l'apprécier à sa juste valeur. Dans le *Traité de l'influence des passions*, il trouve « des idées excellentes[1] » ; ce livre répond à un « véritable besoin de son esprit[2] ». Il communique le volume à ses amis et connaissances et lui fait faire le tour de tout le petit cercle de Weimar. Il en recommande la lecture à ses amis du dehors. Il est un peu moins élogieux pour l'*Essai sur les fictions* qu'il trouve « écrit avec beaucoup d'esprit », mais auquel il reproche une certaine obscurité : « On y est illuminé par des éclairs plutôt qu'il n'y fait vraiment jour[3]. » Il est encore plus sévère pour les *Contes* qui, d'après lui, « caractérisent à merveille cette nature foncièrement prosaïque ». Et il continue en termes plutôt sévères : « Cette personne est totalement dénuée des belles qualités de son sexe et, en revanche, les défauts de son livre sont tout à fait de son sexe[4]. » *Delphine* lui plut davantage, bien que le jugement qu'il porte sur ce roman soit loin d'être de tout point élogieux : « On ne peut refuser à Mme de Staël une certaine profondeur, un certain sérieux et une sincérité du sentiment rares chez les écrivains français. » Il persiste à lui dénier le don de la poésie, mais lui accorde en revanche « une éloquence pénétrante[5] ». On se doute bien, d'après cela, qu'au mois de novembre 1803, quand la prochaine arrivée de Mme de Staël fut annoncée à Weimar, Schiller ne reçut pas cette nouvelle avec une satisfaction sans mélange. Avant même qu'elle fût là, il exprime la crainte de « ne pas pouvoir tenir tête à sa volubilité française[6] ». L'événement justifia cette crainte. Désormais, toutes les fois qu'il parle de Mme de Staël, nous entendons la même antienne ; l'intarissable flux de paroles de la Française le remplit d'admiration, mais plus encore de terreur. Il rend justice à l'intelligence pénétrante de l'illustre voyageuse, à la vivacité de son esprit, à sa sincérité, à ses saillies pleines de sel et d'à-propos, mais il la trouve « insupportablement bavarde, prosaïque et tout à fait incapable de s'élever jusque sur les hauteurs de la poésie et de la philosophie[7] ».

---

[1] V, 129. A Gœthe, 9 décembre 1796.
[2] V, 131. A Gœthe, 11 décembre 1796.
[3] IV, 298. A Gœthe, 26 octobre 1795.
[4] V, 407. A Gœthe, 20 juillet 1798.
[5] VII, 30. A Kœrner, 28 mars 1803.
[6] VII, 97. A Gœthe, 30 novembre 1803.
[7] VII, 104-105. A Gœthe, 21 décembre 1803.

Il ne lui sait qu'à moitié gré d' « animer toute la société » par son esprit et son éloquence [1]. C'est qu'il est en train d'achever *Guillaume Tell*, et se voit souvent dérangé dans son travail, et est tenté de maudire « le démon, qui lui avait amené la Française, la femme philosophe, le plus vif, le plus combatif, le plus bavard de tous les êtres vivants, qu'il eût jamais vus [2]. » Désormais pendant plusieurs semaines ses lettres ne sont pleines que d'elle. Il la considère positivement comme une façon de « phénomène », avec une stupeur, où l'inquiétude se mêle à l'admiration [3]. Bientôt il en vient à chercher à dériver ailleurs les flots de cet intarissable babil et à se féliciter quand il sait la visiteuse occupée ailleurs [4]. La curiosité insatiable de Mme de Staël ne lui était pas moins à charge que sa volubilité. Une fois il la compare, avec une certaine cruauté, au tonneau des Danaïdes [5], et ayant su qu'elle se propose de prolonger de trois semaines son séjour à Weimar, il fait observer avec amertume que « c'est un art que de savoir s'en aller à temps [6] ». Il est évident qu'à son gré, Mme de Staël ne possédait pas cet art. Il la trouve de plus en plus encombrante et indiscrète, et dans ses lettres il parle d'elle en termes d'une vivacité qui ne cherche pas à se dissimuler. « J'ai mille fois maudit la dame française que j'ai eue sur le dos pendant le meilleur temps de mon travail », écrit-il à Kœrner, 20 février 1804. « C'était un dérangement tout bonnement insupportable [7]. » Aussi, quand elle fut partie, il poussa un soupir de soulagement. Tout en rendant justice aux qualités de l'esprit français, personnifiées par Mme de Staël, il trouva que les Allemands n'avaient rien à perdre à la comparaison avec nous, que « pour le sentiment philosophique et poétique » ils avaient « une grande supériorité sur les Français », quand même sous d'autres rapports la comparaison n'était pas à leur avantage. Bref il se trouva, comme il dit, « confirmé dans son sentiment national allemand » *(in meiner Deutschheit bestærkt)* [8].

---

[1] VII, 107. A Cotta, 3 janvier 1804.
[2] VII, 108. A Kœrner, 4 janvier 1804.
[3] VII, 109. A Reinwald, 5 janvier 1804.
[4] VII, 110. A Gœthe, janvier 1804.
[5] VII, 112. A Gœthe, 13 janvier 1804.
[6] VII, 113. A Gœthe, 14 janvier 1804.
[7] VII, 126.
[8] VII, 229. A Guill. de Humboldt, 2 avril 1805.

Quelques années auparavant, Schiller avait fait la connaissance d'un autre Français qui nous intéresse plus directement ici, un Grenoblois, un homme politique et non un littérateur, Joseph Mounier, ancien président de l'Assemblée Constituante. Mounier s'expatria après les journées d'octobre et se réfugia à Weimar où il arriva dans les derniers mois de 1796. Weimar, à ce moment, était rempli d'émigrés qui se rendaient souvent odieux à la population par leur morgue, leur insolence, leur conduite scandaleuse. Mounier n'était pas de ceux-là. Schiller, qui le connut, parle de lui avec sympathie, loue hautement la dignité de sa vie [1]. Mounier fut d'abord secrétaire d'un Anglais [2]. Puis il fonda une maison d'éducation ou pensionnat de jeunes gens. Schiller, qui l'estimait fort, l'aida même à compléter son personnel en lui fournissant un répétiteur ou un professeur [3]. Il avait cependant contre Mounier un gros grief, mais un grief d'ordre philosophique. Mounier se permit de critiquer le système de Kant, commit même l'imprudence de formuler ses objections par écrit. Schiller, kantien décidé, ne put lui pardonner cet acte de rébellion contre un maître dont il s'était fait le zélateur. Désormais il eut de Mounier la plus piètre opinion, au point de vue philosophique, s'entend. Il parle de lui comme du « représentant borné du plat bon sens, qui ne se doute pas du tout du point en litige et avec qui on ne se soucie pas d'entrer en discussion tant il y entend peu malice [4] ». Certes voilà un ton assez dédaigneux, mais sauf sur cette question de philosophie spéculative, Mounier força l'estime de Schiller.

La tragédie de *Guillaume Tell* à laquelle Schiller était en train de mettre la dernière main quand la visite de Mme de Staël vint le déranger, fut la seule œuvre originale qu'il lui fut donné d'achever encore. La mort impitoyable lui fit tomber la plume des mains avant qu'il eût terminé son *Démétrius*. D'ailleurs, pendant les derniers mois de sa vie, sa santé depuis longtemps chancelante était devenue de plus en plus précaire. Trop souvent hors d'état de faire œuvre personnelle, œuvre d'inspiration, il dut se borner à faire besogne de traducteur. Ce fut dans

---

[1] V, 362. A Gœthe, 2 mars 1798.

[2] IV, 417. A Huber, 10 février 1796.

[3] V, 354. A Gœthe, 13 mars 1798.

[4] V, 360. A Gœthe, 14 mars 1798.

notre littérature qu'il choisit les œuvres qu'il se proposa de traduire. Coup sur coup il porta sur la scène allemande deux comédies de Picard : *Encore des Ménechmes* (« *Der Neffe als Onkel* ») et *Médiocre et rampant* (« *der Parasit* »), puis la *Phèdre*, de Racine.

Ainsi cette carrière poétique, commencée sous les auspices de Rousseau, que nous pouvons considérer comme un écrivain français, se termine sur les noms d'un de nos plus grands auteurs tragiques : Racine, et d'un auteur comique certainement estimable : Picard. Et si ce serait folie de parler, à propos de Schiller, d'influence française, ou même de sympathies françaises, il n'en est pas moins intéressant de constater avec quel intérêt le poète allemand, si foncièrement germanique par certains côtés, suivit le mouvement littéraire de la France, à tout le moins pendant le XVIIIe siècle, de voir quelle connaissance détaillée et approfondie il en possédait et de rappeler en même temps quelle dette il contracta envers nos écrivains dans sa triple carrière de poète, de publiciste et de professeur.

A vrai dire, quand il leur fit des emprunts, ce fut pour leur demander, non pas des modèles à imiter, mais des matériaux à mettre en œuvre. Dans tous les cas, la curiosité toujours en éveil avec laquelle Schiller ne cesse de lire nos auteurs, de les commenter, de les étudier, fait honneur à la largeur de son esprit autant qu'elle est flatteuse pour nous.

LES

COLONIES DE PLANTES MÉRIDIONALES

DES ENVIRONS DE GRENOBLE

PAR

M. L. VIDAL, ET M. J. OFFNER,
Chef de Travaux pratiques — Préparateur
à la Faculté des Sciences.

INTRODUCTION ET HISTORIQUE

Un grand nombre de plantes méridionales font partie de la flore des basses montagnes des environs de Grenoble. Ces espèces dont le foyer principal est le Midi de l'Europe et plus particulièrement la région méditerranéenne sont ici plus ou moins étroitement localisées dans certaines stations.

Quelle que soit l'extension qu'on donne à la région méditerranéenne, elle n'atteint cependant pas Grenoble. Si on l'identifie, comme l'ont fait autrefois MM. Durand et Flahault [1], avec celle où est cultivé l'Olivier, elle remonte sur la rive gauche du Rhône jusqu'au défilé de Donzère et dans le bassin de la Durance jusqu'à Digne et Sisteron. Si on la caractérise, à l'exemple de la plupart des

[1] Durand et Flahault. *Les limites de la région méditerranéenne en France*. Bull. Soc. bot. France, sess. extr. à Millau, XXXIII, 1886.

phytogéographes et de M. Flahault lui-même dans ses travaux les plus récents, par la présence du Chêne vert et de l'association des végétaux qui l'accompagnent, la région méditerranéenne, ainsi définie, occupe dans le bassin du Rhône un domaine plus étendu que celui de l'Olivier. Le Chêne vert s'avance en effet le long du Rhône jusqu'à Vienne et dans la vallée de l'Isère jusqu'à Tullins : mais dès Valence, on pourrait même dire dès Donzère, il n'est plus l'essence dominante : la physionomie générale du paysage se modifie, des arbres feuillus se mêlent au Chêne vert et le cortège des espèces qui définissent sa formation s'éclaircit de plus en plus. Au surplus, tandis que la limite septentrionale de l'Olivier à Donzère est, comme l'a dit Grisebach, « une des plus tranchées de l'Europe tout entière », celle du Chêne vert est beaucoup plus indécise.

La région dans laquelle pousse le Chêne vert, mais dont l'Olivier est déjà exclu, forme une zone de transition entre le Midi de la France et la région tempérée de l'Europe occidentale. « Avec l'Olivier disparaissent à peu près complètement le Pin d'Alep, les Cyprès, les Figuiers, les Lauriers, la plupart des Cistes, des Lavandes, des *Smilax*, *Asparagus*, les Lentisques, les Asphodèles et les autres plantes tubéreuses ou bulbeuses qui occupent une si large place dans la flore de nos plaines du Midi. » (Durand et Flahault, *loc. cit.*, p. XXXI.)

Lorsqu'on s'éloigne des bords de la Méditerranée, on voit ainsi les plantes méridionales se raréfier et se cantonner dans les stations, où elles trouvent des conditions biologiques s'éloignant le moins possible de celles qui sont réunies dans leur patrie. Comme des étrangers dépaysés, elles se sont groupées en formant des « colonies ». C'est ainsi associées qu'on les trouve aux environs de Grenoble ; dans des régions voisines, plus froides ou plus septentrionales, elles s'égrènent encore davantage et se montrent plus rares et plus localisées que chez nous.

Montrer les conditions vitales auxquelles, dans le domaine que nous avons choisi pour champ d'étude, ces colonies végétales sont soumises, les stations où elles sont établies, leur composition spécifique, leurs analogies ou leurs dissemblances avec les colonies similaires, qui au delà de Grenoble s'avancent dans le Jura, la Savoie et la Suisse méridionale, enfin la façon dont elles ont pu prendre naissance, tel sera l'objet de ce mémoire.

Aucun travail de ce genre n'a encore été fait pour le Dauphiné, mais il n'en est pas de même pour la Savoie, le Jura et la Suisse. Nous avons sur ces régions d'excellentes études de géographie botanique, où ces questions ont été plus ou moins approfondies.

Dès 1859, M. Alfred Chabert[1] a appelé l'attention sur l'existence de plantes méditerranéennes dans la flore de la Savoie ; il revient sur cette question dans une série d'articles publiés en 1860 et en 1882, en discutant l'origine de ces espèces et en insistant sur la disparition récente d'un certain nombre d'entre elles.

MM. Perrier de la Bathie et Songeon[2], dans le mémoire bien connu où ils ont délimité les régions naturelles de la Savoie, ont aussi décrit les « colonies végétales échappées des plages méditerranéennes », et montré que quelques espèces se trouvent là dans des stations tout à fait différentes de celles de leur patrie.

M. Briquet[3] a apporté la plus importante contribution à ce sujet, d'abord dans ses études sur la Savoie, puis dans un travail spécialement consacré à la flore méridionale des Alpes lémaniennes. Pour cet auteur l'introduction de cette flore remonterait à une période chaude et sèche. survenue à l'époque quaternaire, et qu'il a appelée *période xérothermique*. A l'appui de sa thèse, il s'est attaché à découvrir les traces de cette flore xérothermique dans le Jura savoisien et a publié sur ce sujet plusieurs articles dans les *Archives de la flore jurassienne*.

Dans le Jura, c'est Thurmann[4], puis surtout le Dr Magnin[5] qui

---

[1] Alfred Chabert, *Études sur la géographie botanique de la Savoie*, Bull. Soc. bot. France, VI, 1859.

Id., *Esquisse de la végétation de la Savoie*, ibid., VII, 1860.

Id., *Plantes à exclure de la flore de Savoie*, et *Nouvelle note sur les plantes à exclure de la flore de Savoie*, ibid., XXIX, 1882.

[2] Perrier de la Bathie et Songeon, *Aperçu de la distribution des espèces végétales dans les Alpes de la Savoie*, Bull. Soc. bot. France, sess. extr. à Chambéry, X, 1863.

[3] John Briquet, *Recherches sur la flore du district savoisien et du district jurassique franco-suisse*, Engler's bot. Jahrb., XIII, 1890.

Id., *Les colonies végétales xérothermiques des Alpes lémaniennes. Une contribution à l'histoire de la période xérothermique*, Bull. de la Murithienne, XXVII-XXVIII, Sion, 1898-99 ; *Note complémentaire*, Bull. Herb. Boissier, 1902.

[4] Jules Thurmann, *Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura et aux contrées voisines*, Berne, 1849.

[5] Ant. Magnin, *La végétation des Monts-Jura*, Besançon, 1893. Voir aussi du

ont fourni les documents les plus intéressants sur cette flore thermophile. Ce dernier s'est attaché principalement à en retrouver les voies d'accès, dans une série de notes publiées récemment.

Des études du même genre ont été aussi consacrées au Lyonnais, notamment par M. Saint-Lager et M. Magnin, mais elles ne rentrent pas dans le cadre de nos recherches, car nous nous proposons d'étudier surtout la pénétration des espèces méridionales dans le Jura et les Alpes.

Nous suivrons enfin ces plantes jusque dans le Valais. M. Christ[1] a décrit avec beaucoup de pittoresque les « irradiations méditerranéennes » dans les vallées alpines et la plaine suisse. M. Chodat[2] s'est également occupé des voies par lesquelles a pu se faire l'immigration par la vallée du Rhône, et plus récemment il est revenu sur cette question dans son étude sur les « Garides », c'est-à-dire sur ces associations de plantes xérophiles, analogues à la Garigue provençale, qui forment la végétation des lieux secs et arides des environs de Genève et des dunes du Léman.

On trouvera une revue d'ensemble des travaux relatifs à la période xérothermique et à l'influence qu'elle a eue sur le peuplement végétal de la Suisse dans un ouvrage récent de Mlle Jerosch[3]; les travaux de Kerner, Nægeli, Nehring, Loew, Engler, Gradmann, Schulz, etc., y sont résumés.

Si pour le Dauphiné il n'existe aucun travail spécial sur la flore méridionale, on trouve néanmoins dans les flores locales, les catalogues et les comptes rendus d'herborisations, un grand nombre de renseignements sur le sujet qui nous occupe. Outre les ouvrages classiques pour notre région de Villars, Mutel et Cariot, nous avons sur-

---

même auteur : *La végétation des Alpes françaises*, extrait des *Alpes françaises* par Falsan, Paris, 1893 ; *Observations sur la flore du Lyonnais*, Ann. Soc. bot. Lyon, VIII-XII, 1880-84.

[1] H. Christ, *La flore de la Suisse et ses origines*, Bâle, 1883.

[2] R. Chodat, *Remarques de géographie botanique relatives aux plantes récoltées dans les vallées de Bagnes et de la Viège, et au Simplon*, Bull. Soc. bot. France, sess. extr. en Suisse, XLI, 1894.

Id., *Les dunes lacustres de Sciez et les Garides*, Bull. Soc. bot. Suisse, XII, 1902.

[3] Marie Ch. Jerosch, *Geschichte und Herkunft der schweizerischen Alpenflora*, Leipzig, 1903.

tout consulté les *Catalogues* de Saint-Lager et de Verlot, les herborisations de l'abbé Ravaud et de J.-B. Verlot, le *Bulletin de la Société dauphinoise* et les *Annales de la Société botanique de Lyon* [1]. Les collections du Muséum d'histoire naturelle (herbiers Villars, Mutel, Gariod, etc.) et de la Faculté des sciences, et tout particulièrement l'herbier de M. Ad. Pellat, renferment une foule de documents que nous avons aussi mis à profit. Enfin nous devons de précieuses communications à l'obligeance de MM. Lachmann, Pellat, Charbonnel-Salle, J. Bernard (de Prunières), Eug. Brun, etc.

Telles sont les sources auxquelles nous avons puisé pour la rédaction de ce mémoire. Nous nous sommes attachés enfin à contrôler et à compléter les indications de nos devanciers par de nombreuses herborisations personnelles et surtout par deux campagnes méthodiques d'explorations faites en 1904 et 1905.

Qu'il nous soit permis d'adresser nos sincères remerciements aux bienveillants confrères qui se sont intéressés à notre travail, et tout particulièrement à notre excellent maître, M. le professeur Lachmann, dans le laboratoire de qui ce mémoire a été rédigé [2].

---

[1] VILLARS, *Histoire des plantes du Dauphiné*, Grenoble, 1786.

MUTEL, *Flore du Dauphiné*, 2e édit., Grenoble, 1849.

CARIOT et SAINT-LAGER, *Flore du bassin moyen du Rhône et de la Loire*, 8e édit., Lyon, 1889.

SAINT-LAGER, *Catalogue des plantes vasculaires de la flore du bassin du Rhône*, Lyon, 1883.

J.-B. VERLOT, *Catalogue des plantes du Dauphiné*, Bull. Soc. stat. Isère, XIV, 1872.

ID., *Les herborisations des environs de Grenoble*, Bull. Soc. bot. France, sess. extr. à Grenoble, VII, 1860.

ABBÉ RAVAUD, *Guide du botaniste dans le Dauphiné*, Grenoble, s. d.

Outre ces ouvrages fondamentaux nous avons trouvé pour le Dauphiné des renseignements dans les herborisations de G. BONNIER, CHATENIER, MAGNIN, MEYRAN, PERROUD, Nis, ROUX, ROUY, etc.

[2] Les principaux résultats de ce travail ont fait l'objet d'une communication au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, tenu à Grenoble en 1904 (séance du 5 août).

Ce travail est ainsi divisé :

Chap. I. — *Description phytogéographique des colonies.*

1. Les colonies de la rive droite de l'Isère.
2. Les colonies du Vercors et de la vallée du Drac.

Chap. II. — *Les facteurs écologiques.*

1. Le sol.
2. Le climat.

Chap. III. — *Comparaison avec les colonies des régions voisines.*

1. Jura méridional.
2. Préalpes de Savoie.
3. Grandes vallées alpines : Romanche, Maurienne, Tarentaise, Valais.

Chap. IV. — *Les espèces méridionales et leur distribution.*

Chap. V. — *Origine des colonies. Hypothèses et conclusions.*

CHAPITRE I

Description phytogéographique des colonies.

Ce n'est pas dans le fond de la vallée du Graisivaudan qu'il faut chercher les plantes méridionales ; on ne les trouve guère que quand on commence à s'élever sur les flancs des montagnes. Elles sont à peu près exclusivement localisées sur les pentes inférieures des chaînes calcaires et surtout des Préalpes, où elles sont réunies en colonies.

Un premier groupe de colonies est situé sur la rive droite de l'Isère. Il comprend les contreforts méridionaux du massif de la Chartreuse, auxquels nous rattachons la chaîne du Ratz, terminaison du Jura, et celle de Tullins, détachée du Vercors.

Un second groupe est situé sur la bordure orientale du Vercors et dans la vallée du Drac.

I. — LES COLONIES DE LA RIVE DROITE DE L'ISÈRE.

La bordure Sud-Ouest du massif de la Chartreuse, constituée par une série de chaînes parallèles, orientées du N.-E. au S.-W., présente une succession de vallons et des pentes exposées au Midi, particulièrement favorables à l'établissement d'une flore thermophile. C'est le lieu d'élection de nos colonies. La bordure Sud-Est, formée par une longue chaîne qui domine comme un grand mur abrupt la vallée du Graisivaudan du Saint-Eynard au Granier, est en général moins bien exposée.

Nous allons décrire cet ensemble en insistant surtout sur les chaînes du Rachais et du Saint-Eynard, que leur proximité de Grenoble et leur richesse nous ont conduits à explorer avec le plus de soin.

Nous étudierons successivement :

1° La chaîne de Tullins ;

2° La chaîne du Ratz ;

3° Les chaînes de la bordure S.-W. de la Chartreuse : Chalves, Néron, Rachais ;

4° La chaîne du Saint-Eynard.

1. *La chaîne de Tullins.* — La petite chaîne calcaire qui s'étend au Sud de Tullins, entre cette ville et l'Isère, se rattache géologiquement et orographiquement plutôt au Vercors qu'au Jura et à la Chartreuse ; néanmoins, comme elle est située sur la rive droite de l'Isère, nous ne séparerons pas son étude de celle des autres colonies de ce groupe.

Orientée du Nord au Sud, cette chaîne a une longueur de 9 kilomètres et une largeur de 1.000 à 1.500 mètres au plus ; ses points culminants sont la montagne de Tullins (493 m.), celle du Puy (396 m.) et celle de Pierre-Brune (446 m.). Par sa pointe méridionale la chaîne touche presque à l'Isère, dont la plaine alluviale est à 185 mètres.

On y trouve sur les pentes exposées au Midi :

Ceterach officinarum	Pistacia Terebinthus
Melica ciliata	Rhamnus Alaternus
Arum italicum	Coronilla Emerus
Ruscus aculeatus	Cytisus Laburnum
Quercus pubescens	Lathyrus sphaericus
Buxus sempervirens	Galium rigidum
Saponaria ocymoides	Rubia peregrina

M. Briquet [1], qui a récemment appelé l'attention sur la florule méridionale de cette petite chaîne, dont il a aussi donné une description géographique, y signale en outre, à la montagne de Pierre-Brune, le *Psoralea bituminosa*. C'est la seule station de cette espèce dans le domaine que nous avons étudié.

Fourreau a indiqué à Tullins le *Quercus Ilex ;* nous n'avons pu le retrouver. La présence ici du Chêne vert [2], essence caractéristique de la région méditerranéenne, si elle était confirmée, serait du plus haut intérêt.

2. *La chaîne du Ratz.* — La chaîne du Ratz n'est que la conti-

[1] J. Briquet, *Les chaînes du Jura savoisien*, Arch. fl. jurass., oct. 1903, et *Note sur quelques espèces méditerranéennes nouvelles pour la flore du Jura savoisien*, ibid., déc. 1903.

[2] D'après une communication verbale de M. Lachmann, la présence à Tullins du Chêne vert et d'autres plantes méridionales pourrait peut-être trouver son explication dans des essais de trufficulture faits autrefois dans la région et pour lesquels on aurait apporté de la terre du Midi.

nuation de celles de Parves et du mont Tournier ; la cluse de l'Isère en a séparé l'Échaillon, qui est la terminaison de cette longue chaîne, la plus méridionale du Jura.

Sur la rive droite de l'Isère, le Ratz forme un plateau allongé dont les escarpements inférieurs entre La Buisse et Voreppe sont connus sous le nom de Balmes de Voreppe et abritent une colonie de plantes méridionales.

Le Buis y abonde partout ; citons seulement les espèces les plus intéressantes, que nous retrouverons d'ailleurs dans toutes les chaînes suivantes :

Ceterach officinarum	Galium rigidum
Arum italicum	Rubia peregrina
Pistacia Terebinthus	Lonicera etrusca
Cytisus Laburnum	Campanula Medium, etc.

Ces plantes sont associées à des espèces dont le caractère méridional est beaucoup moins net comme *Saponaria ocymoides*, *Prunus Mahaleb*, *Coronilla Emerus*, etc. M. Briquet, qui a également exploré la chaîne du Ratz, y signale le *Rhamnus Alaternus* qui remonte sur les hauteurs de la Malossanne jusqu'à 500 mètres d'altitude ; l'herbier Villars renferme un échantillon de cette plante récolté à La Buisse.

3. *Les chaînes de la bordure S.-W. de la Chartreuse (Chalves, Néron, Rachais).* — De la faille de Voreppe au col de Vence se succèdent une série de chaînes parallèles, dont le caractère commun est de se prolonger au delà de la cluse de l'Isère, qui les coupe normalement. Les trois chaînes principales se terminent par les rochers de Chalves, le Néron et le Rachais.

Rochers de Chalves. — Les rochers de Chalves et les deux chaînons qui les flanquent à l'Ouest, formés de calcaires jurassiques et crétacés, sont compris entre deux bandes de mollasse qui les séparent du Ratz et du Néron.

Nous avons surtout exploré les escarpements inférieurs de Rochepleine, ainsi que les vallons de Chalais, de Mont-Saint-Martin et la basse vallée de la Vence, et nous avons pu constater que l'ensemble de la végétation y rappelle très exactement celle que nous décrirons avec plus de détail au Rachais. Il convient de citer :

Melica ciliata
Asparagus tenuifolius
Ruscus aculeatus
Arum italicum
Buxus sempervirens
Æthionema saxatile
Rhamnus Alaternus
Cytisus Laburnum
Coronilla minima
Laserpitium gallicum
— Siler
Erinus alpinus
Lithospermum purpureo-cæruleum
Lonicera etrusca
Centranthus angustifolius
Campanula Medium
Centaurea paniculata
Aster Amellus

Entre Le Fontanil et Mont-Saint-Martin se trouve une belle station de *Lavandula vera*, que nous avons découverte en 1897 avec M. Lachmann, la seule à notre connaissance dans le massif de la Chartreuse. Cette étroite localisation est d'autant plus remarquable que la Lavande atteint le Jura, où elle est même assez répandue en certains points.

Le Néron. — Les plantes méridionales sont ici particulièrement localisées au pied des escarpements urgoniens qui couronnent la montagne et lui ont valu le nom de Casque de Néron. Signalons dans la grotte de l'Hermitage, au-dessus de La Buisseratte, une Fougère assez rare dans la région, l'*Adiantum Capillus-Veneris*. En s'élevant à partir de la grotte par le sentier qui mène au « pré » du Néron, on trouve associés :

Juniperus thurifera
Melica ciliata
Buxus sempervirens
Osyris alba
Rhamnus Alaternus
Pistacia Terebinthus
Ononis minutissima
Anthyllis montana
Galium rigidum
Centranthus angustifolius
Scorzonera austriaca

Le *Juniperus thurifera* est ici, comme dans ses autres stations des environs de Grenoble, sur des rochers difficilement accessibles ; bien qu'il y atteigne d'assez grandes dimensions, nous n'avons pas vu cet « arbre de 80 pieds de hauteur » indiqué par Mutel. Assez abondant dans la partie inférieure des escarpements, ce Genévrier ne paraît pas atteindre le sommet de la montagne, dont l'exploration est d'ailleurs pénible ; sur l'arête on ne trouve guère que du Buis et quelques Pins silvestres. Le Buis est très abondant dans toute cette région comme l'attestent divers noms de lieux : La Buisse, La Buisseratte, La Buissière, etc.

Le Rachais. — Le Rachais est le chaînon le plus méridional de la Chartreuse. Cette montagne, formée de calcaires jurassiques et crétacés, mais qui ne présente pas de couronnement urgonien, s'abaisse assez régulièrement depuis son point culminant (1053 m.) jusqu'au Jalla et à l'éperon rocheux de la Bastille.

Les localités de Saint-Martin-le-Vinoux et de La Tronche, situées au pied de la Bastille, sont particulièrement bien abritées et peuvent compter parmi nos plus riches colonies.

A Saint-Martin-le-Vinoux on peut récolter, entre le village et les carrières à ciment de Guy-Pape, situées à l'altitude de 550 mètres environ, les espèces suivantes :

Ruscus aculeatus	Bupleurum junceum
Osyris alba	Jasminum fruticans[1]
Buxus sempervirens	Convolvulus Cantabrica
Æthionema saxatile	Linaria origanifolia
Rhamnus Alaternus	Antirrhinum latifolium
Pistacia Terebinthus	Verbascum Chaixi
Rhus Cotinus	Hyssopus officinalis
Cytisus sessilifolius	Salvia Sclarea
Coronilla scorpioides	Rubia peregrina
Ononis minutissima	Galium obliquum
Fœniculum officinale	Lonicera etrusca

A La Tronche même on rencontre sur les vieux murs : *Ceterach officinarum* et *Linaria origanifolia*, et dans les haies, les vignes, au bord des chemins :

Bromus madritensis	Caucalis leptophylla
Kœleria phleoides	Vinca major
Avena bromoides	Convolvulus Cantabrica
Scilla autumnalis	Antirrhinum Orontium
Allium paniculatum	Anchusa italica
— polyanthum	Plantago Cynops
Arum italicum	Rubia peregrina
Reseda Phyteuma	Crupina vulgaris
Lathyrus latifolius	Tragopogon crocifolius
Fœniculum officinale	Lactuca perennis

Ces espèces sont mêlées à d'autres plus banales comme : *Erodium cicutarium*, *Prunus Mahaleb*, *Glechoma hederacea*, *Origanum vulgare*, *Lonicera Xylosteum*, etc.

---

[1] Le *Jasminum fruticans* n'a pas été retrouvé depuis longtemps : il a peut-être disparu lors de la réfection des fortifications vers 1874 (d'après M. Pellat).

Au-dessus de Saint-Martin-le-Vinoux et de La Tronche, sur la plate-forme de la Bastille (500 m. environ), on trouve une remarquable association formée de :

Stipa pennata
Kœleria phleoides
Bromus maximus
Nardurus tenellus
Avena bromoides
Arum italicum
Osyris alba
Æthionema saxatile
Fumana Spachii
Saponaria ocymoides
Rhamnus Alaternus
Argyrolobium Linnæanum
Ononis minutissima
Trigonella monspeliaca
Coronilla minima
Astragalus monspessulanus
Lathyrus latifolius
Sedum altissimum
Trinia vulgaris
Fœniculum officinale
Bupleurum junceum
Caucalis leptophylla
Convolvulus Cantabrica
Antirrhinum latifolium
Hyssopus officinalis
Plantago Cynops
Galium obliquum
Rubia peregrina
Centranthus angustifolius
Campanula Medium
Linosyris vulgaris
Micropus erectus
Centaurea paniculata
Crupina vulgaris
Tragopogon crocifolius
Leontodon crispus

Parmi les espèces moins caractéristiques, citons encore sur cette plate-forme de la Bastille :

Helianthemum vulgare
— pulverulentum
Fumana procumbens
Trifolium scabrum
Epilobium rosmarinifolium
Ptychotis heterophylla
Cornus mas
Linaria striata
Scrofularia canina
Globularia cordifolia
Cynoglossum Dioscoridis
Artemisia campestris
— camphorata

Dans les taillis montueux du Jalla, un peu au-dessus de la Bastille, taillis dont l'essence dominante est le *Quercus sessiliflora*, un certain nombre d'espèces à feuilles persistantes forment un ensemble frappant :

Ruscus aculeatus
Buxus sempervirens
Rhamnus Alaternus
Ilex Aquifolium
Rubia peregrina

Les principaux arbres et arbustes de ces taillis sont :

Juniperus thurifera
— communis
Acer monspessulanum
— campestre
Acer opulifolium
Pistacia Terebinthus
Rhus Cotinus
Cytisus Laburnum

Cytisus sessilifolius
Coronilla Emerus
Colutea arborescens
Prunus Mahaleb
Amelanchier vulgaris
Sorbus Aria
Cornus mas
Cornus sanguinea
Ligustrum vulgare
Lonicera etrusca
— Xylosteum
Viburnum Lantana
— Opulus

Le *Juniperus thurifera* est ici très clairsemé ; les autres essences, même les plus méridionales, comme le Térébinthe, le Sumac, le Nerprun Alaterne, sont très abondantes.

Ces taillis du Jalla abritent un grand nombre de plantes herbacées ou buissonnantes, dont nous allons donner une liste assez complète pour montrer à quelle végétation sont associées les espèces les plus thermophiles de notre flore ; ce sont :

Lasiagrostis Calamagrostis
Asparagus tenuifolius
Tamus communis
Lilium Martagon
Orchis provincialis
Aceras hircinum
— anthropophora
Ophrys aranifera
— arachnites
Osyris alba
Dianthus silvestris
— monspessulanus
Silene nutans
Saponaria ocymoides
Hypericum perforatum
Argyrolobium Linnæanum
Lathyrus latifolius
— sphæricus
Anthyllis montana
Sedum altissimum
Peucedanum Cervaria
Laserpitium Siler
— gallicum
Pulmonaria officinalis
Lithospermum purpureo-cæruleum
Cynoglossum Dioscoridis
Verbascum Chaixi
Odontites lutea
Stachys recta
Teucrium montanum
— Chamædrys
Centranthus angustifolius
Valeriana tuberosa
Galium rigidum
Buphthalmum grandiflorum
Inula squarrosa
Catananche cærulea
Leontodon crispus
Tragopogon crocifolius
Lactuca perennis

Au-dessus du Jalla, c'est-à-dire au-dessus de 650 mètres environ, on voit les plantes méridionales se raréfier singulièrement. Quelques Pins silvestres apparaissent, et le caractère de la végétation devient tout autre que sur les rochers de la Bastille. Sous le couvert des Chênes et des Hêtres, croissent ici le Sceau-de-Salomon, le Muguet et le Lis Martagon, auxquels se mêlent encore quelques espèces intéressantes comme : *Asphodelus Villarsii, Melampyrum nemorosum, Biscutella cichoriifolia, Crepis nicæensis.*

Au sommet même du Rachais se trouvent deux plantes méridionales

très remarquables, le *Leuzea conifera* et le *Tulipa Celsiana*, dont la dernière au moins est ici étroitement localisée.

4. *La chaîne du Saint-Eynard.* — La chaîne du Saint-Eynard forme une haute falaise jurassique ; elle présente au S.-W., sur la face qui regarde Grenoble, des pentes roides, formant un véritable espalier. La route de la Grande-Chartreuse traverse cette pente à une altitude de 600 mètres environ. On trouve là, au-dessus et au-dessous de la route, entre quelques Pins silvestres fort clairsemés :

Daphne Verloti	Galium obliquum
Epilobium rosmarinifolium	Valerianella microcarpa
Ononis fruticosa	Centranthus angustifolius
Coronilla minima	Campanula Medium
Laserpitium gallicum	Catananche cærulea

Vers son tiers supérieur la falaise est interrompue par une étroite corniche horizontale, formant un talus boisé assez incliné. C'est ici que l'on voit, sous un encorbellement du rocher, le *Clypeola Jonthlaspi* vers 1100 mètres d'altitude. Il est fort remarquable de trouver cette petite Crucifère du Midi bien au-dessus de la zone de nos plantes méridionales. Le *Clypeola* n'est d'ailleurs pas localisé en ce point, il existe aussi au pied de la falaise et plus à l'Est à Craponoz, près de Bernin (Ad. Pellat). Sur la corniche du Saint-Eynard on peut encore signaler : *Arabis auriculata*, *A. saxatilis*, *Silene Saxifraga*, *Lilium croceum*.

Dès que, contournant l'éperon occidental du Saint-Eynard, on arrive sur le versant septentrional de cette montagne, la végétation change complètement de caractère. Aux Pins de la face Sud fait place une forêt de Sapins dense et vigoureuse avec son sous-bois ordinaire : le contraste est saisissant : il est à peine besoin d'ajouter que nous ne trouvons plus ici aucune espèce méridionale.

Le versant du Saint-Eynard qui longe la vallée du Graisivaudan, étant orienté au S.-E., présente une exposition de moins en moins favorable en s'avançant vers le Nord. Il convient cependant d'y citer la gorge très aride du Manival, où débouche le large lit d'un torrent le plus souvent à sec : on trouve soit sur la rive gauche et dans le lit même du torrent, soit sur les pentes orientées au S.-W. qui terminent le plateau de Saint-Pancrasse :

Asparagus tenuifolius
Limodorum abortivum
Quercus pubescens
Buxus sempervirens
Clypeola Jonthlaspi
Cytisus Laburnum
Coronilla Emerus
— minima
— montana
Argyrolobium Linnæanum
Ononis fruticosa
Ononis rotundifolia
Astragalus monspessulanus
Rhus Cotinus
Laserpitium gallicum
— Siler
Lithospermum purpureo-cæruleum
Rubia peregrina
Lonicera etrusca
Campanula Medium
Aster Amellus

A l'entrée de la gorge, M. Charbonnel-Salle a découvert une espèce tout à fait méditerranéenne, l'*Aphyllanthes monspeliensis*, qui n'y a pas été revue depuis longtemps.

Enfin signalons, bien que cette localité soit un peu en dehors de la région étudiée, qu'au col du Frêne, situé au pied du Granier, prolongement de la chaîne du Saint-Eynard, on retrouve l'*Aphyllanthes*. Cette espèce ne végète pas du tout, dans cette station, dans les conditions qui lui sont habituelles ; elle croît ici « dans la région subalpine, souvent à l'ombre des Sapins[1] », vers 1100 mètres d'altitude.

II. — LES COLONIES DU VERCORS ET DE LA VALLÉE DU DRAC.

Les colonies que nous allons étudier appartiennent moins au Vercors proprement dit qu'au pays fort accidenté qui sépare la bordure orientale abrupte de ce massif d'avec la vallée du Drac, et qui s'étend de Grenoble jusqu'aux abords du col de la Croix-Haute. Cette région comprend la basse vallée du Drac, celle de la Gresse et le Trièves. Le sol y est constitué en majeure partie par des terrains de transport et est fortement raviné par les torrents : l'Ébron, la Gresse et surtout le Drac y ont creusé des vallées très profondes.

La végétation présente ici dans son ensemble un caractère plus méridional que sur la rive droite de l'Isère. C'est en effet la région Sud de notre domaine, et elle n'est séparée de la vallée de la Durance que par le col très accessible de la Croix-Haute (1176 m.).

Parmi les espèces méridionales, les unes ont trouvé un asile dans les ravins profonds dont nous parlions plus haut, qui présentent un ver-

[1] Perrier de la Bathie et Songeon, *loc. cit.*, p. 682.

sant bien ensoleillé ; une belle colonie de ce genre est celle de Mayres, dans la vallée du Drac, au pied du Sineipy. D'autres se sont élevées au-dessus de la plaine et se sont réfugiées sur les collines parallèles au massif principal du Vercors, dont elles sont détachées, comme Comboire, Rochefort et la petite chaîne de l'Épérimont. Enfin certaines se sont établies au pied même du massif, du côté Est ou Nord-Est, comme au plateau de Vouillant et à Beauregard. Le versant Nord, entre Vouillant et l'Échaillon, est mal exposé et ne renferme pas de véritables colonies.

Nous étudierons successivement :

1° Le plateau de Vouillant ;

2° Les collines de Comboire et de Rochefort et la chaîne de l'Épérimont ;

3° La vallée du Drac.

1. *Le plateau de Vouillant.* — Le plateau de Vouillant forme au pied du Moucherotte une terrasse de 3 à 500 mètres d'altitude moyenne, qui se termine du côté de la plaine par les Balmes de Fontaine. Il est constitué dans son ensemble par les calcaires siliceux du sénonien. La partie la mieux ensoleillée est comprise entre les Balmes et Seyssins ; plus à l'Ouest, l'ombre du Moucherotte empêche, même en été, l'insolation pendant une grande partie de la journée. On trouve dans la région inférieure :

Ruscus aculeatus	Lithospermum purpureo-cæruleum
Gladiolus segetum	Galium obliquum
Osyris alba	Rubia peregrina
Thesium divaricatum	Lonicera etrusca
Pistacia Terebinthus	Valeriana tuberosa
Rhus Cotinus	Centranthus Calcitrapa
Acer monspessulanum	Carpesium cernuum
Linum strictum	Artemisia camphorata
Cytisus Laburnum	Lactuca perennis
Coronilla Emerus	Leontodon crispus
Lathyrus sphæricus	Catananche cærulea
Laserpitium Siler	

Le *Centranthus Calcitrapa* est ici fort rare, et c'est du reste son unique station aux environs de Grenoble.

Le plateau est couvert de bois taillis dont l'essence dominante est le *Quercus pubescens*, auquel sont associés le Coudrier, le Charme, le

Pin silvestre, et même quelques Hêtres. Dans cet ensemble les pentes de Beauregard, au pied de la Tour-sans-Venin, forment une colonie bien caractérisée avec :

Ceterach officinarum	Verbascum Chaixi
Orchis provincialis	Hyssopus officinalis
Helianthemum pulverulentum	Campanula Medium
Cytisus sessilifolius	Crepis nicaeensis
Linaria origanifolia	Catananche cærulea

On retrouve une flore très analogue sur les dernières pentes du Moucherotte, de Seyssins à Claix ; citons-y :

Stipa pennata	Coronilla scorpioides
Orchis provincialis	Ononis rotundifolia
Pistacia Terebinthus	Sedum altissimum
Rhus Cotinus	Hyssopus officinalis
Fumana Spachii	Rubia peregrina
Argyrolobium Linnæanum	Micropus erectus
Cytisus sessilifolius	Leontodon crispus

A Claix, Liottard a signalé l'*Ornithogalum narbonense*, dont ce serait l'unique station en dehors de la région méditerranéenne.

2. *Les collines de Comboire et de Rochefort et la chaîne de l'Épérimont.*

Comboire. — Cette colline forme un îlot calcaire, orienté du N. au S., dominant la vallée du Drac, au pied du Moucherotte. Le plateau supérieur, qui atteint 513 mètres, et les pentes Ouest sont constitués par des terrains marneux, en grande partie boisés. Au Sud et à l'Est des escarpements arides de calcaire jurassique sont le lieu d'élection des plantes méridionales. Cependant une des espèces les plus intéressantes, le *Crocus versicolor*, qui atteint ici sa limite septentrionale, est localisée sur le plateau et sur les pentes du versant Ouest. Parmi les plantes qui l'accompagnent, citons :

Asparagus tenuifolius	Cytisus sessilifolius
Ruscus aculeatus	Coronilla scorpioides
Gladiolus segetum	Trigonella monspeliaca
Tamus communis	Trinia vulgaris
Thesium divaricatum	Cynoglossum Dioscoridis
Euphorbia serrata	Lithospermum purpureo-cæruleum
— falcata	Campanula Medium
— segetalis	Valeriana tuberosa
Rhus Cotinus	Valerianella microcarpa
Acer monspessulanum	Carlina acanthifolia
— opulifolium	Lactuca perennis

Dans les escarpements S.-E. qui dominent le hameau de La Balme, soit dans les fentes même de la haute falaise rocheuse, soit à l'abri d'encorbellements, une très belle et très riche colonie renferme :

Ceterach officinarum	Ononis minutissima
Stipa pennata	Melilotus neapolitana
— capillata	Potentilla micrantha
Bromus madritensis	Sedum altissimum
— maximus	Bupleurum junceum
Melica ciliata	Antirrhinum latifolium
Nardurus tenellus	Plantago Cynops
Osyris alba	Galium obliquum
Æthionema saxatile	Rubia peregrina
Clypeola Jonthlaspi	Campanula Medium
Biscutella cichoriifolia	Linosyris vulgaris
Arabis stricta	Aster Amellus
Fumana Spachii	Crupina vulgaris
Saponaria ocymoides	Leuzea conifera
Linum strictum	Centaurea paniculata
Rhamnus Alaternus	Xeranthemum inapertum
Pistacia Terebinthus	Artemisia camphorata
Rhus Cotinus	Leontodon crispus
Argyrolobium Linnæanum	Crepis nicæensis
Coronilla minima	Catananche cærulea

C'est ici la principale station dauphinoise du *Juniperus thurifera* qui, comme au Néron, croît en pieds isolés sur des rochers abrupts et d'un accès peu facile. Nous avons récolté dans cette localité classique les échantillons qui ont permis à Aug. de Coincy d'identifier ce Genévrier, qu'il a décrit sous le nom de *J. thurifera* var. *gallica* [1]. Avant cette identification, qui a paru incontestable aux floristes les plus autorisés, on regardait généralement cette plante soit comme un *J. Sabina*, soit comme un *J. phœnicea* : ce dernier nom est celui adopté par Verlot dans sa description botanique de Comboire. Le *J. phœnicea*, qui est une espèce méditerranéenne, n'existe en réalité nulle part dans notre domaine.

Rochefort. — Les deux collines du Grand et du Petit-Rochefort, situées en bordure du Drac, entre le Pont-de-Claix et Varces, sont,

---

[1] A. DE COINCY, *Sur le* Juniperus Sabina *var.* arborea *des environs de Grenoble*, Bull. Soc. bot. France, XLIV, 1897 ; et *Remarques sur le* Juniperus thurifera *L. et les espèces voisines du bassin de la Méditerranée*, ibid., XLV, 1898.

comme Comboire, orientées du N. au S. et encore plus complètement isolées et plus éloignées du massif principal. Elles forment au milieu de la plaine un îlot jurassique, qui tranche par sa composition géologique comme par sa végétation.

Cette chaîne présente à l'Ouest des pentes très abruptes, souvent même verticales et inaccessibles ; le versant oriental offre des pentes plus douces qui portent des vignobles et quelques taillis, où dominent les *Quercus sessiliflora* et *pubescens*.

Les espèces méridionales, peu abondantes dans la partie inférieure, sont surtout localisées sur l'arête et les pentes Sud du Grand-Rochefort (la plus septentrionale des deux collines), entre le sommet et le petit col qui sépare le Grand et le Petit-Rochefort. C'est bien ici que se trouve l'association la plus riche et la plus complète, la plus typique, et on peut ajouter la plus classique de nos colonies. La flore en a été bien décrite par Verlot et l'abbé Ravaud.

Énumérons les principales plantes qu'on y rencontre, en faisant naturellement la plus large place aux espèces méridionales :

Ceterach officinarum
Stipa pennata
— capillata
Melica ciliata
Diplachne serotina
Ruscus aculeatus
Tamus communis
Limodorum abortivum
Buxus sempervirens
Euphorbia serrata
Osyris alba
Thesium divaricatum
Æthionema saxatile
Reseda Phyteuma
Fumana Spachii
— procumbens
Linum tenuifolium
Saponaria ocymoides
Acer monspessulanum
Rhamnus Alaternus
Pistacia Terebinthus
Rhus Cotinus
Argyrolobium Linnæanum
Cytisus Laburnum
— sessilifolius
Ononis minutissima
Trigonella monspeliaca
Melilotus neapolitana
Coronilla Emerus
— minima
— scorpioides
Colutea arborescens
Astragalus monspessulanus
Lathyrus latifolius
— sphæricus
Trifolium rubens
Sedum anopetalum
— altissimum
Laserpitium Siler
— gallicum
Trinia vulgaris
Orlaya grandiflora
Bupleurum falcatum
— junceum
Cornus mas
Hedera Helix
Jasminum fruticans
Physalis Alkekengi
Lithospermum purpureo-cæruleum
Linaria striata
Antirrhinum latifolium
Plantago Cynops

Rubia peregrina	Centaurea paniculata
Galium myrianthum	Leuzea conifera
Lonicera etrusca	Catananche cærulea
Centranthus angustifolius	Scorzonera austriaca
Campanula Medium	Leontodon crispus
Crupina vulgaris	Lactuca perennis
Inula squarrosa	Crepis nicæensis
Artemisia camphorata	

Nous appellerons particulièrement l'attention sur quelques plantes très peu répandues dans notre région : *Diplachne serotina*, *Melilotus neapolitana*, *Jasminum fruticans*. Cette dernière espèce est rare et peut-être même en voie de disparition ; nous n'en connaissons qu'un pied isolé, près du sommet ; signalée autrefois sur un autre point de la colline, elle y est aujourd'hui introuvable.

Le *Crocus versicolor*, si abondant à Comboire, n'est indiqué ici qu'avec doute. L'*Echinops Ritro* a été trouvé une fois par M. Pellat.

On voit que la végétation a vraiment ici un caractère bien méridional, ce qui est surtout frappant en hiver par l'association des espèces à feuilles persistantes comme *Rhamnus Alaternus*, *Buxus sempervirens*, *Ruscus aculeatus*, *Rubia peregrina*, etc.

Chaîne de l'Épérimont. — Les collines de Rochefort se continuent au S.-W., puis exactement au S., par une longue chaîne jurassique qui court parallèlement au bord du plateau du Vercors. Nous n'étudierons de cette chaîne que la partie septentrionale, comprise entre Varces et le Gua, et que l'on peut appeler chaîne de l'Épérimont : c'est la partie la plus basse et la plus intéressante.

La chaîne de l'Épérimont s'élève graduellement du N. au S., depuis la Dent-du-Loup (446 m.) jusqu'au rocher de l'Épérimont (1453 m.).

La crête de cette chaîne sépare deux versants d'aspect très différent : le versant S.-E. est sec, peu boisé et riche en plantes xérophiles, tandis que le versant N.-W. est plus humide. Nous décrirons donc le versant S.-E., plus particulièrement dans la partie que nous avons explorée nous-mêmes.

Au pied de la chaîne, en suivant la Gresse, on trouve à Varces, le *Valerianella microcarpa* et le *Ruta graveolens*. Aux Saillants-de-Vif, et entre cette localité et l'Échaillon, signalons :

Stipa pennata	Dictamnus Fraxinella
Linum tenuifolium	Argyrolobium Linnæanum

Cytisus sessilifolius	Erinus alpinus
— Laburnum	Plantago Cynops
Ononis fruticosa	Lonicera etrusca
Coronilla minima	Artemisia camphorata
— Emerus	Centaurea paniculata
Laserpitium gallicum	Lactuca perennis
Fœniculum officinale	

A l'Échaillon même se trouve *Erythronium dens-canis*, qui est assez répandu sur le plateau du Vercors.

On a signalé au Gua, dans une station très éloignée de son aire, le *Dorycnium suffruticosum*, espèce assez commune dans le Midi et d'ailleurs très voisine du *D. herbaceum*, qui existe dans le Dauphiné et la Savoie.

En s'élevant sur la chaîne de l'Épérimont, en face de Vif, des carrières du Breuil au col d'Uriol, nous avons récolté :

Ceterach officinarum	Astragalus monspessulanus
Quercus pubescens	Lathyrus latifolius
Pistacia Terebinthus	Laserpitium gallicum
Rhus Cotinus	Fœniculum officinale
Fumana procumbens	Erinus alpinus
Saponaria ocymoides	Lonicera etrusca
Cytisus sessilifolius	Campanula Medium
Coronilla Emerus	Artemisia camphorata
— minima	Centaurea paniculata
Argyrolobium Linnæanum	Lactuca perennis

Plus haut, sur la crête, près du col d'Uriol (600 m. environ) existe en abondance le *Lavandula vera*. Dès qu'on franchit l'arête, où croissent quelques Pins silvestres avec l'*Acer opulifolium*, on arrive sans transition au milieu d'une belle forêt de Hêtres, avec les plantes qui en forment le cortège ordinaire.

3. *La vallée du Drac*. — Depuis son origine dans les montagnes du Champsaur, le Drac coule jusqu'à Vif dans un profond ravin, creusé en majeure partie dans les schistes noirs du lias. Ce ravin a offert aux plantes méridionales un excellent abri, particulièrement entre Saint-Bonnet et Vif. Les hauteurs qui dominent la rivière sont au contraire en général trop élevées pour permettre l'établissement d'une flore thermophile. C'est ainsi que nous avons vainement exploré le plateau de Sinard, au Sud de Vif, en parcourant de préférence les pentes exposées au Midi ; les espèces dominantes étaient là : *Ononis*

cenisia, Astragalus monspessulanus et *Hippophae rhamnoides*. Il en est de même sur le plateau de la Matheysine et de l'autre côté du Drac vers Saint-Jean d'Hérans.

Au contraire le fond de la vallée abrite un grand nombre d'espèces méridionales. Nous l'avons exploré avec soin depuis le confluent de la Romanche jusqu'au pont de Ponsonnas.

En remontant la rive gauche, nous trouvons d'abord sur les collines de Fontagnieu :

Ruscus aculeatus	Coronilla minima
Asparagus tenuifolius	Lonicera etrusca
Tamus communis	Rubia peregrina
Pistacia Terebinthus	Campanula Medium
Rhus Cotinus	Lactuca perennis
Saponaria ocymoides	Artemisia camphorata
Cytisus sessilifolius	Centaurea paniculata

En remontant la rivière à partir du pont de Saint-Georges-de-Commiers, nous revoyons les mêmes espèces, qui vont s'égrenant à mesure qu'on s'élève sur le plateau, et disparaissent déjà à la hauteur des Chabottes, vers 500 mètres d'altitude. Nous retrouvons une flore méridionale en descendant du plateau sur le pont d'Avignonet ; on peut signaler ici, sur les deux rives du Drac :

Adiantum Capillus-Veneris	Laserpitium gallicum
Buxus sempervirens	Antirrhinum latifolium
Rhus Cotinus	Lonicera etrusca
Saponaria ocymoides	Lactuca perennis, etc.
Cytisus sessilifolius	

Le Drac en contournant le Sineipy change de direction, de façon à présenter sur sa rive droite, entre Savel et Ponsonnas, un versant exposé au Midi et bien protégé contre les vents du Nord. Les localités les plus riches en plantes méridionales sont ici les environs de Mayres et de Saint-Arey, dont la flore rappelle beaucoup celle de Comboire et de Rochefort [1].

A Marcieu on peut signaler avec *Rubia peregrina*, *Valerianella*

---

[1] Pour tout ce qui concerne Marcieu, Mayres, Saint-Arey et Prunières, nous devons de nombreux renseignements à l'obligeance de M. J. Bernard, qui depuis longtemps herborise avec beaucoup de zèle dans cette région.

coronata, etc., le rare *Polygala exilis*, espèce des dunes maritimes de la Méditerranée.

La colonie de Mayres et de Saint-Arey comprend les espèces suivantes, qui s'étagent surtout entre ces deux villages et le fond de la rivière, c'est-à-dire entre 700 et 500 mètres :

Adiantum Capillus-Veneris	Amelanchier vulgaris
Stipa pennata	Globularia cordifolia
— capillata	Antirrhinum latifolium
Spartium junceum	Hyssopus officinalis
Cytisus Ardoini	Onosma echioides
Genista cinerea	Valerianella coronata
Argyrolobium Linnæanum	Echinops Ritro
Ononis fruticosa	Aster Amellus
Melilotus neapolitana	Leuzea conifera
Trigonella monspeliaca	Catananche cærulea

Le *Spartium junceum*, belle Légumineuse méditerranéenne que nous trouvons ici près du village de Saint-Arey, n'existe dans aucune autre station de notre domaine. Ses localités les plus rapprochées sont celles de la Drôme: Montélimar, Crest, Saint-Vallier.

On trouve à Prunières :

Ceterach officinarum	Galium obliquum
Crocus versicolor	Crupina vulgaris
Helianthemum salicifolium	Micropus erectus
Argyrolobium Linnæanum	Xeranthemum inapertum
Coronilla minima	Leuzea conifera

au pont de Cognet :

Ægilops ovata	Astragalus monspessulanus
Echinaria capitata	Colutea arborescens
Quercus sessiliflora	Plantago Cynops
Rhus Cotinus	Lonicera etrusca
Tunica Saxifraga	Centranthus angustifolius
Saponaria ocymoides	Centaurea paniculata
Cytisus sessilifolius	

au pont de Ponsonnas :

Rhus Cotinus	Laserpitium gallicum
Astragalus monspessulanus	Plantago Cynops
Coronilla minima	Lonicera etrusca
Saponaria ocymoides	Lactuca perennis

Sur les flancs du Sincipy croissent quelques espèces intéressantes

parmi lesquelles quelques-unes comme : *Tulipa Celsiana, Astragalus depressus, Linum suffruticosum, Anthyllis montana, Potentilla micrantha*, etc., se trouvent plus particulièrement dans le voisinage du sommet.

Nous n'avons pas poussé l'exploration de la vallée du Drac en amont de son confluent avec la Bonne; nous ne pouvons cependant pas négliger de citer ici, bien qu'en dehors de notre domaine, les principaux éléments méridionaux de la vallée supérieure du Drac. On trouve par exemple entre Corps et le pont du Sautet (d'après l'abbé Ravaud) :

Euphorbia serrata	Hyssopus officinalis
Epilobium rosmarinifolium	Salvia Sclarea
Lathyrus latifolius	Centranthus angustifolius
Convolvulus Cantabrica	

Le *Lavandula vera* devient ici très commun et remonte même assez haut dans toutes les vallées latérales.

Le Trièves, malgré sa situation méridionale, est trop élevé pour satisfaire à toutes les exigences d'une flore thermophile, son altitude moyenne étant en effet de 700 à 900 mètres, pour s'élever graduellement vers le cirque de montagnes qui le limite au Midi. Néanmoins, grâce à son climat sec et chaud, déjà presque provençal, et à la proximité de la vallée de la Durance, le Trièves renferme beaucoup plus de plantes méridionales que le massif de la Chartreuse à la même altitude ; les plus répandues comme *Echinops Ritro, Xeranthemum inapertum*, forment même ici la flore triviale, mais ce ne sont pas les espèces caractéristiques de nos colonies.

La Lavande, si rare et si étroitement localisée aux environs de Grenoble, devient par places l'espèce dominante. Son extrême abondance aux abords du col de la Croix-Haute annonce la Provence.

CHAPITRE II

Les facteurs écologiques.

La description phytogéographique des colonies nous a montré que les espèces méridionales sont localisées dans certaines stations, dont nous allons essayer de dégager les caractères communs.

Il en ressort tout d'abord que les plantes méridionales sont surtout établies sur le versant Sud des vallées dans une zone altitudinale comprise entre 250 et 600 mètres environ. Toutefois la localisation dans cette zone est loin d'être absolue et certaines espèces croissent plus haut, jusqu'à 900, 1000 mètres, davantage même; tels sont les cas bien connus de l'*Aphyllanthes monspeliensis* au col du Frêne, du *Tulipa Celsiana* au sommet du Rachais, du *Clypeola Jonthlaspi* au Saint-Eynard.

De plus les colonies les plus riches sont situées dans la partie méridionale de notre domaine et au voisinage des grandes vallées qui, comme nous le verrons plus loin, ont pu leur servir de voies de pénétration. On voit sur la carte que nous avons dressée les colonies méridionales former le long des vallées d'étroites bandes, qui en occupent les versants exposés au Midi et vont se réduisant en s'avançant vers le Nord.

Dans les stations ainsi définies, les espèces sont sous la dépendance de facteurs écologiques que nous allons analyser, en traitant successivement de l'influence du sol et du climat.

I. — LE SOL.

Les Préalpes du Dauphiné, principal siège des colonies aux environs de Grenoble, sont constituées presque exclusivement par des terrains calcaires, jurassiques ou crétacés. Ce n'est que par places et d'une manière subordonnée, que ceux-ci sont cachés par des lambeaux de mollasse ou par des alluvions quaternaires ou récentes. Ces dépôts, qui sont tout de suite décelés par la présence de plantes sili-

cicoles, existent assez souvent dans la zone altitudinale de nos colonies, mais si assurément on y rencontre des espèces méridionales, ce n'est point là qu'elles sont nombreuses et groupées en associations.

Les colonies sont cantonnées sur les terrains secondaires formés par des roches où le carbonate de chaux est la substance dominante. Ce sont soit des roches dures, comme les calcaires marneux du tithonique et du berriasien, les calcaires siliceux du sénonien, les calcaires purs de l'urgonien, etc., soit des terrains plus meubles, comme les schistes noirs du lias et du dogger et les marnes néocomiennes..

C'est sur ces rochers calcaires que sont établies nos plus riches colonies, comme la Bastille, Comboire et Rochefort. Beaucoup des plantes que nous avons étudiées sont en effet des saxicoles marquées, comme : *Ceterach officinarum*, *Juniperus thurifera*, *Clypeola Jonthlaspi*, *Æthionema saxatile*, *Argyrolobium Linnæanum*, *Fumana Spachii*, etc. D'autres qui, dans le Midi, sont loin d'être des saxicoles exclusives, le deviennent chez nous, recherchant la sécheresse et l'aridité du rocher.

Les marnes sont plus pauvres que les rochers dont nous venons de parler, peut-être à cause de l'imperméabilité due à leur teneur en argile.

A différents égards, les calcaires urgoniens qui forment les grands escarpements de la Chartreuse et du Vercors, se prêteraient par-dessus tout, à cause de leur pureté, à la vie des plantes méridionales ; mais, en général, ces roches affleurent à une altitude trop élevée.

En dehors des Préalpes, les terrains calcaires qui existent dans les Alpes cristallines du Dauphiné, ont aussi donné asile aux plantes thermophiles. La bordure liasique de la chaîne de Belledonne est assez pauvre du côté de la vallée de l'Isère ; l'exposition Nord de ce versant suffit à l'expliquer. Par contre, la vallée que le Drac s'est creusée dans le lias schisteux au pied de la Matheysine offre, entre Mayres et Ponsonnas, des pentes bien exposées, où les plantes méridionales ont trouvé des conditions au moins aussi favorables qu'au pied des Préalpes.

Il ressort nettement de ce qui précède que nos colonies sont localisées sur le calcaire. Ce fait n'a pas lieu de nous surprendre, les sols calcaires en effet offrant un ensemble de propriétés qui conviennent à des espèces amies de la chaleur, de la sécheresse et d'une radiation intensive ; on sait que ces sols s'échauffent aisément et emmagasinent

beaucoup de chaleur; étant très perméables, ils laissent presque complètement à sec les parties souterraines des plantes, enfin ils rayonnent activement.

Ces propriétés compensent dans une certaine mesure les conditions défavorables dans lesquelles se trouvent nos espèces vis-à-vis du climat, au point que certaines d'entre elles, indifférentes dans le Midi à la nature du sol, deviennent chez nous exclusivement calcicoles.

II. — LE CLIMAT.

Nous possédons des données très précises sur le climat de l'une des localités étudiées et qui est justement l'une des plus importantes, à savoir La Tronche. En l'absence de documents relatifs au climat de nos autres colonies, celui-là va donc nous servir de type et nous permettre d'analyser les conditions climatiques auxquelles sont soumises les espèces végétales, dans nos colonies d'une part, d'autre part dans les régions voisines moins favorisées.

C'est précisément en vue de l'application au présent travail que l'un de nous s'est spécialement occupé de collationner les observations météorologiques recueillies par M. Poulat à son observatoire de La Tronche de 1885 à 1902 [1]. Cet observatoire était installé sur les pentes inférieures du Rachais, à l'exposition Sud-Est, à 270 mètres d'altitude, en pleine zone de végétation thermophile.

Température. — Nous étudierons la température, les précipitations et, dans la mesure du possible, l'état atmosphérique à La Tronche d'une part, et d'autre part à Grenoble même et dans quelques autres stations.

Le tableau suivant nous donne les caractéristiques essentielles du climat de La Tronche au point de vue de la température et des jours de gelée :

---

[1] L. VIDAL. *Recherches sur le climat de Grenoble : la température et les précipitations à Grenoble et à La Tronche, d'après les observations de l'École normale et de M. Poulat;* Bull. Soc. Stat. Isère, XXXIV, 1905, résumé *in* Ann. Univ. Grenoble, XVI, 1904. On trouvera dans ce mémoire la bibliographie du sujet.

La Tronche Moyenne de 1885-1902	Température moyenne	Moyenne des minima	Moyenne des maxima	Jours de gelée
	—	—	—	—
Hiver.......	2.0	— 1.7	6.2	59
Printemps...	11.3	6.0	17.2	8 1/10
Été.........	20.0	13.9	26.8	
Automne....	12.0	7.6	17.3	6 3/10
Année......	11.3	6.4	16.9	73 4/10

Les trois stations de Paris, Lyon et Grenoble, qui appartiennent au même domaine floral, celui de la région tempérée de l'Europe occidentale, ont sensiblement la même température annuelle. La Tronche, au contraire, avec sa température moyenne de 11°3, est assez exactement intermédiaire entre ces stations et celle de Valence qui est aux limites de la région méditerranéenne. C'est ce qui résulte de la comparaison des chiffres suivants :

	Paris 1851-1900	Lyon 1851-1900	Grenoble 1878-1902	La Tronche 1885-1902	Valence 1846-1900
	—	—	—	—	—
Hiver.....	3.3	2.4	1.4	2.0	3.9
Printemps.	10.1	10.6	10.7	11.3	12.0
Été......	18.3	19.1	19.3	20.0	21.7
Automne..	11.0	10.9	11.0	12.0	12.9
Année....	10.7	10.8	10.6	11.3	12.6

Le climat de La Tronche n'est cependant pas aussi doux que la moyenne annuelle le laisserait supposer. En effet ce climat, comme celui de tous les pays situés au voisinage des montagnes, présente un caractère continental très accusé : froid en hiver, chaud en été, il passe sans transition d'une saison à l'autre.

Nous avons ici une différence considérable (18°) entre l'hiver et l'été, c'est-à-dire bien plus grande qu'elle ne l'est à Valence, à Lyon et surtout à Paris. La température hivernale, tout en étant inférieure à celle de Paris, est cependant notablement plus élevée à La Tronche qu'à Grenoble. Les températures les plus basses enregistrées à Grenoble dans ces vingt-cinq dernières années ont été de :

— 25°, le 19 janvier 1893
— 24°, le 11 janvier 1895

tandis que les mêmes jours on observait à La Tronche une température plus élevée de 6° environ.

Il y a à La Tronche 73 jours de gelée par an, tandis qu'on en compte 87 à Grenoble, 70 à Lyon, 66 à Paris, 55 à Valence.

Les gelées printanières durent à Grenoble couramment jusqu'en avril et quelquefois même jusqu'en mai, tandis qu'à La Tronche on ne note guère dès le mois d'avril qu'une journée de gel tous les deux ans. La rareté des gelées printanières explique qu'il soit possible d'y cultiver des plantes délicates qui ne réussissent pas à Grenoble même. Le Figuier, le Laurier, l'Amandier, le Grenadier poussent à La Tronche en pleine terre : l'Olivier lui-même y a été cultivé autrefois. De nombreux jardins donnent ici, surtout en hiver, par leur verdure persistante, l'impression sans doute un peu artificielle d'un paysage méditerranéen.

Précipitations atmosphériques. — Nous avons relevé quelle est pendant les différentes saisons la hauteur des pluies à La Tronche d'une part, et d'autre part dans un certain nombre de stations choisies[1] :

	Hiver	Print.	Été	Automne	Année
La Tronche, 270 m. (1885-1902)	232	297	308	324	1161
Valence, 125 m. (1846-1900). .	143	231	212	328	914
Genève, 408 m. (1861-1890). .	137	194	250	267	848
Lyon, 260 m. id.	119	204	255	236	814
Marseille, 74 m. id.	140	138	64	225	567

On voit qu'il tombe annuellement à La Tronche une quantité d'eau considérable. Le minimum des précipitations a lieu en hiver, le maximum en automne.

C'est au printemps que les jours de pluie sont le plus fréquents ; le maximum de fréquence a lieu en mai avec 15 à 16 jours de pluie, le minimum en janvier avec 11 jours seulement. Il y a annuellement 149 jours de pluie.

[1] Nous ne donnons pas de chiffres pour Grenoble, parce qu'ils n'ont pas assez de précision, et que d'ailleurs cette ville est trop rapprochée de La Tronche, pour qu'il existe entre ces deux stations des différences notables dans le régime pluviométrique.

Nous voyons ainsi que par l'abondance des pluies en été et leur rareté en hiver le climat de La Tronche se range parmi les climats de l'Europe moyenne et se sépare nettement de celui de la région méditerranéenne. A ce point de vue donc, contrairement à ce qui ressort de l'étude de la température, la station de La Tronche n'offre pas aux plantes méridionales des conditions analogues à celles de leur patrie.

État atmosphérique. — L'air est en toute saison, et surtout en été, plus sec à La Tronche qu'à Grenoble. La valeur moyenne annuelle de l'état hygrométrique, qui est à Grenoble de 80, est à La Tronche de 68.6 seulement (avec un minimum de 62 en été).

Bien que nous manquions de chiffres pour apprécier la nébulosité et l'intensité des radiations solaires, nous pouvons prévoir que celles-ci sont plus actives à La Tronche qu'à Grenoble même, ne serait-ce qu'à cause de l'altitude. C'est en effet un fait d'observation courante, qu'il suffit de s'élever tant soit peu au-dessus de la plaine, pour atteindre une zone où les brouillards sont à la fois moins denses et moins fréquents. Ceci expliquerait bien pourquoi les plantes méridionales ne deviennent abondantes qu'à partir d'une certaine hauteur au-dessus du fond des vallées et que certaines espèces n'apparaissent même qu'à une altitude très élevée, où elles trouvent sans doute la vive insolation qui leur convient.

En résumé, le climat de La Tronche et vraisemblablement celui des autres localités qui, dans notre région, ont donné asile aux plantes méridionales, se distingue de celui de la plaine où est établi Grenoble par une plus grande chaleur et une plus grande sécheresse.

Les avantages dont jouit La Tronche au point de vue thermique ont sur la végétation une influence qu'on peut apprécier au moyen de la méthode des « sommes de température » d'Alphonse de Candolle. En appliquant cette méthode, M. Lachmann, en collaboration avec l'un de nous [1], a trouvé pour l'année 1892 les résultats suivants :

4290 « degrés De Candolle » à La Tronche
3950 — — à Grenoble.

[1] Lachmann et Vidal, *Recherches préliminaires sur la climatologie des Alpes dans ses rapports avec la végétation*, Ann. Univ. Grenoble, VIII, 1896.

Bien que ces chiffres ne portent que sur une seule année d'observations, ils fournissent une indication remarquable.

En somme l'influence du climat s'ajoute aux propriétés du sol pour constituer un ensemble de conditions biologiques, qui permettent aux plantes méridionales de vivre et de se perpétuer en certains points de notre domaine.

Ces facteurs naturels nous font bien comprendre la persistance des colonies ; mais ne faut-il pas faire intervenir l'influence d'un état antérieur pour expliquer leur premier établissement ? Nous verrons plus loin les hypothèses qui ont été émises à cet égard.

CHAPITRE III

Comparaison avec les colonies des régions voisines.

Après l'étude détaillée que nous venons de faire des colonies de plantes méridionales aux environs de Grenoble, il est intéressant de suivre ces espèces qui, pénétrant plus avant dans les Alpes et le Jura, ont formé au Nord de notre domaine des associations analogues. Nous les décrirons successivement : dans le Jura méridional ; au pied des Bauges, des montagnes du lac d'Annecy et des Alpes lémaniennes, que nous décrirons sous le nom de Préalpes de Savoie ; enfin dans les grandes vallées des Alpes cristallines, la Romanche, la Maurienne, la Tarentaise et le Valais.

I. — JURA MÉRIDIONAL.

Le Jura ne diffère guère dans sa constitution géologique et l'orientation de ses chaînes du massif de la Chartreuse ; aussi la distribution des espèces méridionales y est-elle calquée sur celle que nous avons observée au pied de ce massif. La cluse du Rhône a joué pour elles, entre Crémieu et le fort de l'Écluse, le même rôle que la cluse de l'Isère entre l'Échaillon et Grenoble. Simples accidents géologiques, ces cluses sont ainsi d'une grande importance au point de vue qui nous occupe.

C'est surtout dans le Jura méridional que les colonies thermophiles sont fréquentes. A la sortie du Rhône de la chaîne du Jura, on observe sur les collines jurassiques qui forment l'Ile Crémieu, entre Crémieu et Vertrieu, notamment à La Balme, un assez grand nombre d'espèces méridionales. Grâce à la faible altitude de ce petit massif, celles-ci n'y ont pas une localisation très étroite. On y signale :

Ceterach officinarum	Fœniculum officinale
Adiantum Capillus-Veneris	Convolvulus Cantabrica
Stipa pennata	Verbascum Chaixi
Ruscus aculeatus	Rubia peregrina
Acer monspessulanum	Centranthus Calcitrapa
Helianthemum salicifolium	Valeriana tuberosa
Argyrolobium Linnæanum	Campanula Medium

Sur l'autre rive du Rhône les premières pentes du Jura bugeysien présentent une série de stations exposées au S.-W., véritables abris, comme à Saint-Sorlin, Villebois, Serrières-de-Briord, Lhuis et la montagne de Saint-Benoît. Notons-y : *Clypeola Jonthlaspi*, *Biscutella cichoriifolia*, *Argyrolobium Linnæanum*, *Hyssopus officinalis*, etc.

En amont la localisation se fait plus étroite. Entre Saint-Genix-d'Aoste et le fort de l'Écluse, les espèces se cantonnent sur les éperons rocheux que la coupure du Rhône a formés à travers les chaînons parallèles du Jura. Les stations de Pierre-Châtel au pied de la montagne de Parves, de la Roche-de-Muzin au pied du Grand-Colombier, et du fort de l'Écluse au pied du Grand-Credo sont à ce point de vue les plus riches du Jura méridional. On y trouve encore :

Ceterach officinarum	Colutea arborescens
Adiantum Capillus-Veneris	Lathyrus sphæricus
Stipa pennata	Sedum altissimum
— capillata	Fœniculum officinale
Nardurus tenellus	Bupleurum junceum
Ruscus aculeatus	Lavandula vera
Osyris alba	Hyssopus officinalis
Clypeola Jonthlaspi	Satureia montana
Æthionema saxatile	Lonicera etrusca
Pistacia Terebinthus	Carpesium cernuum
Rhus Cotinus	Kentrophyllum lanatum, etc.
Acer monspessulanum	

De l'autre côté du Rhône, les chaînes de Chautagne, du Bourget (Mont du Chat et l'Épine) et du Mont Tournier, qui appartiennent au Jura savoisien, offrent surtout aux colonies les pentes peu élevées de leur versant occidental.

Les espèces les plus intéressantes de la chaine de Chautagne se trouvent sur les pentes qui dominent le lac du Bourget, à la Chambotte, au Mont Corsuet et à Brison-Saint-Innocent. Ce sont :

Adiantum Capillus-Veneris	Pistacia Terebinthus
Stipa capillata	Acer monspessulanum
Bromus maximus	Verbascum Chaixi
Piptatherum paradoxum	Galium rigidum
Fumana Spachii	Campanula Medium

De l'autre côté du lac, à la Dent du Chat, on trouve :

Stipa pennata	Bromus madritensis
— capillata	Osyris alba

Pistacia Terebinthus
Rhus Cotinus
Acer monspessulanum
Æthionema saxatile
Argyrolobium Linnæanum
Sedum altissimum
Lonicera etrusca
Tragopogon crocifolius

On y a signalé aussi le *Celtis australis*, dont la spontanéité est douteuse.

M. Briquet a découvert à la montagne de Saint-Romain près de Jongieux, dans la chaîne du Bourget, le *Genista Scorpius*, qui est ici à une distance considérable de son aire provençale et dont il n'existe aucune autre station dans le Jura et les Préalpes du Dauphiné et de la Savoie.

Prolongement direct du Grand-Credo, le Vuache par sa végétation méridionale se rattache aux autres chaînes du Jura savoisien ; on y trouve encore :

Æthionema saxatile
Acer monspessulanum
Salvia Sclarea
Galium rigidum
Artemisia camphorata, etc.

En somme il y a une très grande analogie entre les colonies de la Chartreuse et celles du Jura méridional, au point de vue de leur situation comme de leur composition. Un certain nombre d'espèces méridionales de la Chartreuse n'atteignent cependant pas le Jura :

Juniperus thurifera
Orchis provincialis
Asparagus tenuifolius
Rhamnus Alaternus[1]
Ononis minutissima
Jasminum fruticans
Linaria origanifolia
Leuzea conifera
Catananche cærulea
Tragopogon crocifolius

Inversement un petit nombre d'espèces méridionales du Jura n'ont pas encore été trouvées dans les colonies de la Chartreuse : *Piptatherum paradoxum, Psoralea bituminosa, Genista Scorpius, Satureia montana, Centranthus Calcitrapa.*

II. — PRÉALPES DE SAVOIE.

Plus rapprochées des massifs cristallins que ne le sont le Jura et les Préalpes dauphinoises, les Préalpes de Savoie ne possèdent qu'un

---

[1] Le *Rhamnus Alaternus* et peut-être plusieurs des espèces de cette liste existent cependant dans la chaîne du Ratz, qui géologiquement n'est qu'un prolongement du Jura, mais qu'il nous paraît difficile de séparer de la Chartreuse.

nombre restreint d'espèces méridionales. On peut les diviser en trois districts : les Bauges, le plus méridional et le plus riche, les Alpes d'Annecy et les Alpes lémaniennes.

Les Bauges. — Le massif des Bauges est, comme celui de la Chartreuse, formé de chaînes parallèles dirigées du N.-E. au S.-W. Sa bordure S.-W. entre le lac du Bourget et Montmélian, avec les localités classiques de Chambéry-le-Vieux, Vérel-Pragondran, Saint-Alban, Saint-Jeoire, Chignin, etc., correspond à celle de la Chartreuse entre Voreppe et Grenoble. De même sa bordure S.-E. entre Montmélian et Albertville avec Arbin, Cruet, Saint-Jean-de-la-Porte, etc., n'est que le prolongement de celle de la Chartreuse entre Grenoble et Barraux.

On trouve au pied des Bauges[1] :

Bromus madritensis	Sedum altissimum
Orchis provincialis	Fœniculum officinale
Asparagus tenuifolius	Verbascum Chaixi
Æthionema saxatile	Antirrhinum latifolium
Osyris alba	Plantago Cynops
Pistacia Terebinthus	Campanula Medium
Rhus Cotinus	Lonicera etrusca
Acer monspessulanum	Valeriana tuberosa
Fumana Spachii	Centaurea paniculata
Colutea arborescens	Leontodon crispus
Astragalus monspessulanus	Tragopogon crocifolius

Il manque ici un certain nombre d'espèces de la Chartreuse ; nous ne trouvons plus : *Juniperus thurifera*, *Rhamnus Alaternus*, *Argyrolobium Linnæanum*, *Ononis minutissima*, *Jasminum fruticans*, *Convolvulus Cantabrica*, *Linaria origanifolia*, *Catananche cærulea*. En outre certaines espèces sont très localisées, et, d'après M. le Dr Chabert : « plusieurs même tendent à disparaître. Les *Osyris alba* et *Pistacia Terebinthus* n'habitent plus les coteaux pierreux voisins de Chambéry où ils ont été signalés au siècle dernier. .....Le même fait s'est produit pour la station, voisine de Chambéry, de l'*Acer monspessulanum*,

[1] Outre les ouvrages cités plus haut, nous avons consulté pour cette région : Songeon et Chabert, *Herborisations aux environs de Chambéry*, Soc. hist. nat. Savoie, 1896.

dont plusieurs arbres habitaient en 1855 les rochers boisés de la Clusaz, commune de Saint-Alban » *(loc. cit.*, Bull. Soc. bot. France, XXIX, 1882, p. 353).

Les Alpes d'Annecy. — Quelques espèces méridionales ont trouvé un abri au pied des montagnes calcaires du Veyrier, de la Tournette et au Roc de Chère, qui bordent à l'Est le lac d'Annecy. Ce sont :

Ceterach officinarum	Colutea arborescens
Bromus maximus	Carpesium cernuum
Æthionema saxatile	Lactuca perennis
Coronilla montana	

Plus haut, au-dessus de Dingy, sous les rochers du Parmelan, le *Clypeola Jonthlaspi* est établi dans une station analogue à celle du Saint-Eynard.

Au N.-W. d'Annecy, d'autres espèces forment une petite colonie au pied de la montagne de la Balme ou de Mandallaz, qui n'est qu'un prolongement de la chaîne du Salève :

Ruscus aculeatus	Acer monspessulanum
Osyris alba	Rubia peregrina
Pistacia Terebinthus	Carpesium cernuum

Toutes ces plantes sont ici rares, dispersées ; cette végétation méridionale ne rappelle plus que de fort loin celle des environs de Grenoble.

Les Alpes lémaniennes. — La flore méridionale des Alpes lémaniennes a été très bien décrite par M. John Briquet. Comme chez nous, elle est localisée le long de « lisières », qui occupent les versants méridionaux des vallées. La principale de ces lisières est celle de l'Arve, entre Contamines et Cluses. On trouve là, à la base du Môle, le long des rochers de la Côte d'Hyot et d'Aïse, entre 450 et 600 m. d'altitude :

Ceterach officinarum	Hyssopus officinalis
Stipa pennata	Centranthus angustifolius
Lilium croceum	Carpesium cernuum
Buxus sempervirens	Micropus erectus
Acer opulifolium	Scorzonera austriaca
Astragalus monspessulanus	Crepis nicæensis
Colutea arborescens	Lactuca perennis
Fœniculum officinale	

Les autres lisières, du Giffre, de la Drance, d'Abondance, et celle qui longe le Léman et les premiers coteaux limitant la plaine du Genevois, sont moins riches. Voici par exemple la composition de l'une d'elles, celle d'Abondance, dont « le caractère particulier, dit M. Briquet, s'affirme immédiatement par les espèces suivantes : *Trinia vulgaris, Aster Amellus, Artemisia campestris, Lactuca perennis, Allium sphærocephalum, Carex humilis, Andropogon Ischæmum, Melica ciliata, Scrophularia Hoppii, Arabis muralis* ». Cet exemple suffit pour montrer que les lisières des Alpes lémaniennes ne sont qu'un pâle reflet de nos colonies méridionales.

III. — LES GRANDES VALLÉES ALPINES (ROMANCHE, MAURIENNE, TARENTAISE, VALAIS).

Les grandes vallées alpines, bien protégées par les hautes montagnes qui les limitent, ont aussi donné asile à des espèces méridionales. Celles-ci sont ici plus indifférentes à la nature du sol et l'exposition est pour elles un facteur beaucoup plus important. Aussi sont-elles particulièrement abondantes dans les vallées qui, orientées de l'E. à l'W, présentent un versant exposé en plein Midi ; tel est le cas de la Romanche entre Vizille et La Grave, de l'Arc entre Saint-Jean-de-Maurienne et Modane.

Un autre facteur a été mis en évidence par M. Christ pour le Valais, dont la flore et le climat rappellent à tant d'égards ceux de la région méditerranéenne, savoir un déficit dans les précipitations atmosphériques, qui fait du Valais la région la plus sèche de toute la Suisse. Ces caractères de climat sec et chaud de *vallée* se retrouvent, bien qu'à un moindre degré, dans la Maurienne et la Tarentaise, mais nous manquons de chiffres pour l'apprécier.

Un dernier facteur du peuplement de nos vallées alpines est peut-être la transhumance. Le passage périodique de troupeaux venus directement de la basse Provence peut expliquer la présence ici d'espèces méridionales, en particulier de celles qui n'ont été trouvées que d'une manière accidentelle.

Nous n'avons exploré personnellement que la vallée de la Romanche, dont les localités les plus riches sont : Séchilienne, Sarennes, la combe de Malaval entre le Dauphin et les Fréaux.

La partie inférieure est naturellement la plus riche et c'est vers Séchilienne que nous avons surtout à citer :

Adiantum Capillus-Veneris	Lathyrus sphæricus
Lilium croceum	Laserpitium gallicum
Saponaria ocymoides	— Siler
Potentilla rupestris	Campanula Medium
Coronilla Emerus	Artemisia camphorata
Astragalus monspessulanus	Lactuca perennis

Plusieurs de ces espèces remontent très haut dans la vallée, comme *Lilium croceum* jusqu'à 1500 mètres, *Saponaria ocymoides* et *Lactuca perennis*, qu'on trouve encore à Primemesse à une faible distance du col du Lautaret.

Entre le Bourg-d'Oisans et La Grave signalons :

Stipa pennata	Nepeta lanceolata
— capillata	Lavandula vera
Tulipa Celsiana	Satureia montana
Æthionema saxatile	Hyssopus officinalis
Coronilla Emerus	Valeriana tuberosa
Ononis fruticosa	Echinops Ritro
— rotundifolia	Scorzonera austriaca
Sedum altissimum	Linosyris vulgaris

La Lavande, déjà abondante à Livet, devient plus commune encore depuis l'embouchure du Vénéon jusqu'aux Fréaux, vers 1400 mètres. Le *Valeriana tuberosa* a été récemment trouvé par M. Brun au sommet de la rampe des Commères ; cette espèce n'avait pas encore été indiquée dans la vallée de la Romanche.

La Maurienne, surtout dans les environs immédiats de Saint-Jean-de-Maurienne, nous offre à mentionner les espèces méridionales suivantes :

Stipa pennata	Lathyrus latifolius
— capillata	Sedum altissimum
Melica ciliata	Bupleurum junceum
Diplachne serotina	Hyssopus officinalis
Æthionema saxatile	Rubia peregrina
Saponaria ocymoides	Centranthus angustifolius
Melilotus neapolitana	Micropus erectus
Trigonella monspeliaca	Echinops Ritro
Colutea arborescens	Xeranthemum inapertum
Astragalus monspessulanus	Leuzea conifera

En Tarentaise sont signalés, notamment aux environs de Brides et de Moutiers :

Stipa pennata	Astragalus monspessulanus
— capillata	Colutea arborescens
Asparagus tenuifolius	Bupleurum junceum
Erodium ciconium	Hyssopus officinalis
Dictamnus albus	Lavandula vera
Acer monspessulanum	Lonicera etrusca
— opulifolium	Galium rigidum
Trigonella monspeliaca	Micropus erectus

La richesse du Valais, cette « Espagne de la Suisse », comme l'a appelé Haller, en plantes méridionales, a frappé depuis longtemps tous les botanistes qui ont parcouru cette région. M. Christ a donné de cette végétation un tableau classique que nous n'avons pas à refaire. « Chaleur continue de l'été, rareté des pluies, sécheresse de l'hiver, enfin action plus intense des rayons solaires », sont les caractéristiques du climat valaisan. Si nous ajoutons que les terrains calcaires, jurassiques ou crétacés, affleurent souvent dans le Valais, nous voyons qu'il y a là un ensemble de conditions bien favorables à une flore méridionale.

Un grand nombre de types méditerranéens des colonies du Jura et des Préalpes du Dauphiné se retrouvent dans le Valais ; quelques espèces abondantes chez nous y sont beaucoup plus localisées, comme *Ruscus aculeatus*, *Æthionema saxatile*, *Lonicera etrusca*. En revanche certaines espèces apparaissent en Valais, qui manquent à nos colonies, comme *Ephedra distachya*, *Clematis recta*.

M. Chodat a émis l'hypothèse que le peuplement du Valais en espèces méridionales a pu se faire par les cols qui le séparent de l'Italie. Ce n'est pas dans le Midi de la France et le Dauphiné qu'il faudrait chercher l'origine des plantes valaisanes, mais dans le Piémont. Ainsi le Valais ne serait pas, comme le voulait M. Christ, une dépendance de la vallée du Rhône et, à cet égard, il sortirait du cadre de cette étude.

CHAPITRE IV

Les espèces méridionales et leur distribution.

Il nous reste maintenant à analyser la flore méridionale dont nous venons d'étudier la répartition, en énumérant les éléments dont elle se compose. Cette analyse montrera que nous sommes bien fondés à affirmer l'existence chez nous de plantes méridionales.

Nous serons très brefs pour les espèces dont le centre de dispersion est dans le Midi de l'Europe, mais qui sont cependant plus ou moins fréquentes dans le reste de ce continent. Pour celles qui sont plus franchement méridionales ou même méditerranéennes, nous indiquerons d'une part la distribution géographique dans le Dauphiné et les régions voisines, coordonnant ainsi d'une manière systématique les renseignements contenus dans les pages qui précèdent, d'autre part la distribution générale, en insistant sur les limites septentrionales.

Nous essayerons enfin de répartir ces différents éléments en plusieurs groupes d'après leur aire géographique, sans nous faire d'illusion cependant sur ce que de pareils classements ont d'arbitraire.

1. **Adiantum Capillus-Veneris** L. — Midi de l'Europe, s'avance dans l'Ouest jusqu'à l'Angleterre. — Remonte jusqu'à Lyon, au Jura, en Savoie et jusqu'au lac de Neufchâtel. — Élément rare des colonies : Izeron, l'Hermitage du Néron, Avignonet, Mayres, Séchilienne.

2. **Ceterach officinarum** Willd. — Europe surtout méridionale. — Dans toutes nos colonies.

3. **Juniperus thurifera** L. var. **gallica** De Coincy. — Cette espèce n'est encore connue en France qu'aux environs de Grenoble (Comboire, Néron, la Bastille, Saint-Eynard) et dans les Hautes-Alpes (Saint-Crépin, Guillestre, Rabou, Saint-Clément où elle forme une véritable forêt). — L'espèce type habite les montagnes de la région méditerranéenne : Espagne, Algérie, Sardaigne, Grèce.

4. **Stipa pennata** L. — Steppes de l'Europe centrale et méridionale. — Remonte jusque dans la Côte-d'Or, le Jura, la Savoie et

les vallées alpines (Romanche, Maurienne, Tarentaise, Valais). — Existe dans les colonies de Mayres, Rochefort, Comboire, la Bastille, etc.

5. **Stipa capillata** L. — Même distribution que le précédent, mais plus rare et plus méridional.

6. **Kœleria phleoides** Pers. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans l'Ouest, le Jura et la Savoie. — Environs de Grenoble, à la Bastille, etc.

7. **Bromus rubens** L. — Région méditerranéenne de l'Espagne à la Grèce. — Remonte jusqu'à Crest et Nyons. — Élément accidentel des colonies : au pied du Néron à La Buisserate.

8. **Bromus madritensis** L. — Midi de l'Europe, d'où il remonte dans l'Ouest jusqu'aux côtes de la Manche. — Atteint Lyon et le Jura méridional. — Assez fréquent dans les colonies : La Tronche, Saint-Martin-le-Vinoux, Comboire, etc.

9. **Bromus maximus** Desf. — Même distribution que le précédent, auquel il est souvent mêlé. — La Bastille, Comboire, etc.

10. **Ægilops ovata** L. — Europe méditerranéenne. — Espèce rudérale qui remonte dans l'Ouest et jusqu'aux environs de Lyon et de Grenoble : Le Fontanil, Cognet.

11. **Melica ciliata** L. — Europe méridionale et centrale. — Ne manque à aucune des colonies.

12. **Nardurus tenellus** Reichb. — Europe méridionale. — Çà et là dans presque toute la France. — La Bastille, Comboire, Marcieu, Mayres, Savel, etc.

13. **Vulpia ciliata** Link. — Midi de l'Europe. — Remonte à Lyon, Grenoble, atteint le Salève.

14. **Diplachne serotina** Link. — Europe méridionale de la France à la Russie. — Atteint le Jura méridional, la Maurienne (l'Échaillon) et la Suisse. — Élément rare des colonies : Rochefort, Varces.

15. **Avena bromoides** Gouan. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Atteint probablement à Grenoble sa limite septentrionale : la Bastille, Pariset, Claix, Sassenage.

16. **Tulipa Celsiana** DC. — Montagnes et collines de l'Europe méridionale. — Dans la partie septentrionale de son aire, est localisé sur les sommets, entre 1000 et 1800 mètres : Dévoluy, Sineipy, Vercors, Chartreuse, Bauges, Grand-Colombier. Cette espèce, surtout culminale, dépasse ordinairement la zone des colonies.

17. **Ornithogalum narbonense** L. — Europe méditerranéenne. — Signalé seulement à Claix.

18. **Asphodelus ramosus** Gouan (*A. ramosus* L. p. p.). — Péninsule ibérique et France méridionale. — Remonte en Tarentaise (Aime) et dans le Jura savoisien (la Chambotte). — La forme qu'on trouve dans les colonies du Dauphiné, décrite par Verlot sous le nom d'*A. Villarsii*, existe à Comboire, Corenc, le Rachais et pénètre même à l'intérieur du massif de la Chartreuse à Chalais, la Pinéa, Chamechaude.

19. **Allium paniculatum** L. — France méridionale, Italie, Péninsule balkanique. — Remonte aux environs de Lyon et de Grenoble : La Tronche, Corenc.

20. **Allium polyanthum** Rœm. et Schult. — Midi et Ouest de la France. — Remonte accidentellement dans les colonies : La Tronche, Saint-Martin-le-Vinoux.

21. **Aphyllanthes monspeliensis** L. — Espagne, France méridionale, Ligurie occidentale. — Remonte jusqu'à Lyon et l'île Crémieu, en Savoie (Aix, Apremont). — Colonies de la Chartreuse : gorge du Manival et col du Frêne.

22. **Asparagus tenuifolius** Lam. — Europe méridionale. — Remonte en Tarentaise (Brides) et aux environs de Grenoble : Varces, Comboire, Rachais, gorge du Manival.

23. **Ruscus aculeatus** L. — Europe méridionale et occidentale. — Commun dans nos colonies.

24. **Gladiolus segetum** Gawl. — Europe méditerranéenne. — Midi et Ouest de la France. — Corenc, Pariset, Claix, Seyssins.

25. **Crocus versicolor** Gawl. — Ligurie et Provence, d'où il remonte dans toute la région qui s'étend entre Lus-la-Croix-Haute et Grenoble : Comboire, Rochefort (?), Monestier-de-Clermont, Marcieu, Prunières, col du Prayet au pied du Mont-Aiguille, la Croix-Haute. Cette espèce, une des plus caractéristiques des colonies du Dauphiné, atteint à Grenoble sa limite septentrionale ; mais n'a-t-elle pas pu souvent passer inaperçue à cause de sa précocité ou être confondue avec le *C. vernus* ?

26. **Arum italicum** Mill. — Europe méridionale et occidentale. — Remonte dans la Côte-d'Or, le Jura. — Chaîne de Tullins au Puy, Voreppe, La Buisserate, la Bastille, Seyssins.

27. **Orchis provincialis** Balb. — Europe méditerranéenne.

— Localisé dans les colonies : Voiron (montagne de Saint-Ours), Voreppe, la Bastille, Claix, Beauregard ; Saint-Jeoire au pied des Bauges est sa limite septentrionale.

28. **Euphorbia segetalis** L. — Europe méditerranéenne. — Signalé dans le Valais ; atteint la colonie de Comboire.

29. **Euphorbia serrata** L. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Remonte jusqu'à Grenoble, où on le trouve dans les colonies de Comboire et de Rochefort et au Pont-du-Sautet.

30. **Buxus sempervirens** L. — Europe méridionale et centrale. — Très fréquent sur toutes les collines calcaires.

31. **Osyris alba** L. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans l'Ouest de la France, le Jura et la Savoie. — Colonies de Rochefort, Comboire, Vouillant, la Bastille, Néron, etc.

32. **Thesium divaricatum** Jan. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans le Centre, la Côte-d'Or, le Jura, la Savoie. — Colonies de Comboire, Rochefort, Vif, Vouillant, etc.

33. **Quercus pubescens** Willd. — Europe surtout méridionale. — Essence le plus souvent dominante dans la région boisée des colonies, où elle est mêlée au *Q. sessiliflora*.

34. **Quercus Ilex** L. — Europe méditerranéenne ; Midi et Ouest jusqu'en Bretagne. — Atteint seulement la colonie de Tullins, où il a été signalé par Fourreau.

35. **Æthionema saxatile** R. Br. — Montagnes calcaires de l'Europe méridionale et centrale. — Jura méridional, Savoie, Valais. — Élément très fréquent des colonies : Fontanil, la Bastille, Rachais, Rochefort, Comboire, vallée de la Romanche.

36. **Clypeola Jonthlaspi** L. — Europe méditerranéenne. — Atteint le Jura méridional, la Savoie et le Valais. — Comboire, Craponoz, Saint-Eynard où il se tient au-dessus de la zone des colonies, vers 1100 mètres.

37. **Biscutella cichoriifolia** Lois. — Europe méridionale. — Atteint le Jura méridional (Serrières, Culoz). — Dans les colonies du Rachais et de Comboire.

38. **Fumana Spachii** GG. — Europe méditerranéenne. — Midi et Sud-Ouest de la France ; Jura savoisien, pied des Bauges. — Bien localisé dans les colonies : Comboire, Rochefort, Claix, la Bastille.

39. **Fumana procumbens** GG. — Europe méridionale et

centrale. — Beaucoup moins méridional que le précédent, il lui est associé dans les colonies.

40. **Helianthemum salicifolium** Pers. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans l'Ouest de la France, le Jura méridional et le Valais. — Prunières.

41. **Polygala exilis** DC. — Espagne et Italie. — Remonte dans l'Ain à Meximieux, Chazey, etc. — Cette espèce rare qui, à la différence de la plupart de nos plantes méridionales, est hygrophile, n'existe qu'à Marcieu.

42. **Saponaria ocymoides** L. — Europe méridionale et centrale. — Très fréquent dans les colonies.

43. **Linum strictum** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et Ouest de la France. « Sa limite septentrionale est, dit M. Saint-Lager, d'une part Livron dans la Drôme, d'autre part Comboire et Beauregard près Grenoble. »

44. **Linum tenuifolium** L. — Europe méridionale et centrale. — Abondant dans nos colonies.

45. **Acer monspessulanum** L. — Europe méridionale. — Midi et Ouest de la France. — Atteint le Jura, la Côte-d'Or et la Savoie. — Fréquent dans les colonies de la Bastille, Comboire, Rochefort, Vouillant, Vif, etc.

46. **Acer opulifolium** Vill. — Montagnes de l'Europe méridionale ; se tient en général au-dessus de la zone des colonies.

47. **Rhamnus Alaternus** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et Ouest de la France. — Cette espèce, qui ne dépasse pas Grenoble, est une des mieux localisées dans nos colonies : chaîne de Tullins au Puy, Balmes de Voreppe, Néron, Saint-Martin-le-Vinoux, la Bastille, Comboire et Rochefort.

48. **Pistacia Terebinthus** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et Sud-Ouest de la France. — Atteint le Jura méridional et quelques rares localités de la Savoie. — Est, comme le précédent, une des espèces les plus caractéristiques de nos colonies : montagne de Pierre-Brune près Poliénas, Balmes de Voreppe, Néron, la Bastille, Vouillant, Comboire, Rochefort, Claix, Uriol.

49. **Rhus Cotinus** L. — Europe méridionale et centrale. — Commun dans nos colonies.

50. **Spartium junceum** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et S.-W. de la France. — Atteint le Jura méridional. — N'existe dans notre région que dans la colonie de Mayres.

51. **Argyrolobium Linnæanum** Walp. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Midi et Ouest de la France ; Jura méridional et peut-être la Savoie (signalé aux Abîmes de Myans, il n'y a pas été revu depuis longtemps). — Localisé dans les colonies : la Bastille, le Manival, Vouillant, Claix, Comboire, Rochefort, Vif, Mayres.

52. **Cytisus sessilifolius** L. — Espagne, France méridionale, Italie, Tyrol. — Ile Crémieu ; indiqué comme le précédent avec doute aux Abîmes de Myans. — Abondant dans les colonies : la Bastille, Comboire, Vouillant, Rochefort, Uriol, les Saillants, La Motte-les-Bains, Cognet.

53. **Cytisus Ardoini** Fourn. — Alpes-Maritimes ; atteint Lus-la-Croix-Haute et la colonie de Mayres.

54. **Ononis minutissima** L. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Midi et S.-W. de la France. — Atteint à la Bastille et au Néron sa limite septentrionale; colonies de Comboire et Rochefort.

55. **Trigonella monspeliaca** L. — Europe méridionale. — Remonte çà et là dans le Centre, l'Ouest et le bassin du Rhône. — La Bastille, Comboire, Varces, Rochefort, Mayres.

56. **Melilotus neapolitana** Ten. — Europe méditerranéenne. — Midi de la France jusque dans l'Aveyron et le Lot. — Espèce bien méridionale et localisée dans les colonies Sud des environs de Grenoble : Rochefort, Comboire, Champ, Mayres ; atteint à Saint-Jean-de-Maurienne sa limite septentrionale.

57. **Dorycnium suffruticosum** Vill.— Bassin occcidental de la Méditerranée. — Midi et S.-W. de la France.— Remonte seulement à l'Ile Crémieu, Pont-en-Royans, Le Gua près Vif et Seyssins. — Cette espèce a été signalée en outre dans la Savoie (à Cruet et Saint-Jean-de-la-Porte), par confusion avec le *D. herbaceum* Vill., d'après Chabert dont l'opinion est confirmée par Rikli[1]. Cette dernière espèce qui est beaucoup moins méridionale est assez répandue dans le Trièves, d'où elle est amenée par les eaux du Drac jusqu'à la plaine de Grenoble. Elle est signalée aussi dans le massif de la Chartreuse (col du Frêne).

58. **Coronilla montana** Scop. — Espagne, Orient, d'où il

---

[1] M. Rikli, *Die Gattung Dorycnium*, Engler's Bot. Jahrb., XXXI, 1901.

atteint par l'Europe centrale la Suisse, le Jura, la Savoie, le Dauphiné. — Colonies de la bordure S.-E. du massif de la Chartreuse : gorge du Manival, Bernin, Crolles, col du Frêne.

59. **Coronilla minima** L. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Une grande partie de la France. — Existe dans la plupart de nos colonies et remonte très haut dans les vallées alpines.

60. **Coronilla scorpioides** Koch. — Europe méditerranéenne. — Atteint seulement les colonies des environs de Grenoble : Saint-Martin-le-Vinoux, la Veyrie près Bernin, Claix, Rochefort, Comboire, Mens.

61. **Colutea arborescens** L. — Europe méridionale et centrale. — Assez répandu dans les colonies de la Chartreuse et du Vercors.

62. **Psoralea bituminosa** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et S.-W. de la France. — Ile Crémieu et chaîne de Tullins. N'atteint pas les colonies des environs immédiats de Grenoble.

63. **Astragalus monspessulanus** L. — Europe méridionale. — Très abondant dans toutes les colonies et remonte très haut dans les vallées alpines.

64. **Lathyrus latifolius** L. — Europe méridionale. — Remonte dans le Jura, la Savoie et le Valais. — Colonies de Rochefort, Vif, La Tronche, la Bastille, etc.

65. **Lathyrus sphæricus** Retz. — A peu près la même distribution que le précédent. — Colonies de Tullins, Rachais, Vouillant, Rochefort, Champagnier, Séchilienne.

66. **Sedum altissimum** Poir. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans le Jura méridional et la Savoie. — Colonies de la Bastille, Vouillant, Claix, Comboire, Rochefort, vallée de la Romanche.

67. **Sedum anopetalum** DC. — Europe méridionale et centrale. — Midi et Ouest de la France ; Jura, Savoie. — Quaix, Rachais, Saint-Eynard, Rochefort.

68. **Laserpitium gallicum** L. — Espagne, Italie et France méridionale. — Remonte dans l'Est et très haut dans les Alpes ; fréquent dans les colonies. — Le *L. Siler* a une aire plus étendue et est encore moins localisé que le précédent.

69. **Fœniculum officinale** All. — Europe surtout méridionale. — Paraît bien spontané aux environs de Grenoble à la Bastille, La Tronche, Corenc, Poisat, Vif, etc.

70. **Bupleurum junceum** L. — Europe méridionale et centrale. — Remonte dans le Jura méridional et la Savoie (Tarentaise et Maurienne). — Colonies de la Bastille, Comboire, Pont-de-Claix, Vif.

71. **Caucalis leptophylla** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et Centre de la France. — Atteint la plupart des colonies : la Bastille, Vouillant, Vif, Mayres, La Motte-les-Bains, La Mure. — Sa présence dans des stations plus septentrionales et notamment dans le Valais est considérée comme accidentelle.

72. **Jasminum fruticans** L. — Europe méditerranéenne. — Midi et S.-W. de la France ; remonte jusqu'à Vienne. — Il n'a été trouvé dans notre région que dans les colonies de la Bastille et de Rochefort, et il y est très rare.

73. **Convolvulus Cantabrica** L. — Europe méridionale. — Midi et Ouest de la France. — Remonte jusqu'à la Côte-d'Or et au Jura (Ile Crémieu). — Existe seulement dans la colonie de la Bastille et au Pont-du-Sautet près Corps.

74. **Antirrhinum latifolium** DC. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Remonte en Savoie. — Dans les colonies de Corps, Mayres, Avignonet, Vif, Rochefort, Comboire, la Bastille.

75. **Linaria origanifolia** DC. — Espagne et Midi de la France jusqu'en Auvergne. — Cette espèce, qui est localisée dans nos colonies (Saint-Martin-le-Vinoux, La Tronche, Pont-en-Royans, Beauregard, Varces, Vif), ne paraît pas dépasser Grenoble.

76. **Lavandula vera** DC. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans le Jura et très haut dans les vallées alpines. — Commun dans le Trièves ; rare aux environs de Grenoble : colline d'Uriol près Vif et au-dessus du Fontanil ; descend aussi dans la plaine, dans le lit du Drac, où il est amené par les eaux.

77. **Hyssopus officinalis** L. — Europe méridionale. — Cette espèce, qui d'ailleurs n'est pas toujours spontanée, existe dans la plupart de nos colonies : la Bastille, Pariset, Claix, Uriol, Mayres, Corps, Sarennes.

78. **Plantago Cynops** L. — Europe surtout méridionale. — Très commun aux environs de Grenoble, particulièrement dans les colonies.

79. **Rubia peregrina** L. — Europe méridionale et occidentale. — Assez rare dans le Jura et la Savoie. — Fréquent dans les colo-

nies : Tullins, le Ratz, la Bastille, le Rachais, Saint-Eynard, Vouillant, Claix, Comboire, Rochefort, Marcieu.

80. **Galium rigidum** Vill. (*G. lucidum* All.). — Europe méridionale et centrale. — Remonte dans le Jura méridional et la Savoie. — Colonies de la Bastille et du Néron, montagnes du Ratz et de Tullins.

81. **Galium obliquum** Vill. (*G. myrianthum* Jord.). — Suisse, Italie, Provence. — Remonte dans le Jura méridional et la Savoie. — Colonies de la Chartreuse et du Vercors : Corenc, la Bastille, Néron, Vouillant, Comboire, Claix, Prunières, etc.

82. **Lonicera etrusca** Sav. — Europe méditerranéenne. — Midi et Centre de la France. — Remonte dans le Jura méridional, la Savoie et jusque dans le Valais, où il est très rare. — Abondant dans toutes nos colonies dont il est une des espèces les plus caractéristiques.

83. **Valerianella microcarpa** Lois. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans l'Ain. — Corenc, Comboire, Varces.

84. **Valerianella coronata** DC. — L'aire de cette espèce s'étend plus au Nord que celle de la précédente ; indiqué seulement dans la colonie de Mayres et Marcieu.

85. **Valeriana tuberosa** L. — Basses montagnes de l'Europe méditerranéenne. — Midi et S.-W. de la France, jusqu'à la Côte-d'Or, l'Ile Crémieu et la Savoie (Mont Tournier, Mont Nivolet). — Rachais, Balmes de Fontaine, Comboire, vallée de la Romanche (rampe des Commères).

86. **Centranthus Calcitrapa** Dufr. — Europe méditerranéenne. — Midi et S.-W. de la France; atteint l'Ile Crémieu et Nantua. — N'est connu aux environs de Grenoble que dans la colonie de Vouillant.

87. **Centranthus angustifolius** DC. — Europe méridionale. — Remonte dans les vallées alpines jusqu'à plus de 2000 mètres d'altitude, comme dans le massif du Combeynot (près du Lautaret). — Existe dans toutes nos colonies où il est souvent très abondant.

88. **Campanula Medium** L. — Bassin occidental de la région méditerranéenne. — Jura méridional, Savoie (Apremont, Saint-Jean-de-la-Porte). — Balmes de Voreppe, la Bastille, Corenc, le Manival, Vouillant, Comboire, Rochefort, Vif, Séchilienne.

89. **Carpesium cernuum** L. — Europe méridionale et cen-

trale. — Atteint le Jura, la Savoie et le Valais. — Assez fréquent aux environs de Grenoble.

90. **Linosyris vulgaris** DC. — Europe méridionale et centrale. — Commun dans nos colonies. — Remonte dans les vallées alpines jusqu'à 1500 mètres environ, comme à La Grave.

91. **Inula bifrons** L. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Varces, Vif.

92. **Micropus erectus** L. — Europe méridionale et centrale. — Fait partie de plusieurs colonies : la Bastille, Vouillant, Claix, Varces, etc., où il n'est d'ailleurs pas localisé.

93. **Echinops Ritro** L. — Europe méditerranéenne. — Remonte dans la vallée du Rhône jusqu'à Vienne et dans quelques vallées alpines (Romanche, Maurienne). — Abonde dans le Trièves; atteint Varces et Rochefort d'une manière exceptionnelle.

94. **Xeranthemum inapertum** Willd.— Europe méditerranéenne. — Midi et Ouest de la France jusqu'à la Loire. — Remonte dans la Maurienne et le Valais. — Abonde dans le Trièves avec l'espèce précédente, et se trouve aussi à Corps, La Mure, Mayres et Comboire ; il n'atteint pas la Chartreuse.

95. **Leuzea conifera** DC. — Bassin occidental de la Méditerranée. — Sud et Ouest de la France. — Remonte dans la Maurienne (Saint-Martin). — Comboire, Rochefort, Varces, Monestier-de-Clermont, Mayres, Rachais, Revel.

96. **Centaurea paniculata** L. — Espagne, Italie, France méridionale. — Remonte dans le Valais et la Maurienne sous la forme *C. vallesiaca* DC. — Fréquent dans les colonies et sur toutes les collines calcaires des environs de Grenoble : Rachais, Vouillant, Comboire, Rochefort, Vif, etc., sous la forme *C. leucophæa* Jord.

97. **Crupina vulgaris** Cass. — Europe méridionale et centrale. — France méridionale et occidentale. — Remonte jusque dans le Jura, la Savoie et le Valais. — Élément fréquent des colonies de Grenoble : la Bastille, Saint-Eynard, Comboire, Rochefort, Marcieu, Prunières.

98. **Lactuca perennis** L.— Europe surtout méridionale et centrale. — Fréquent dans toutes les colonies des environs de Grenoble.

99. **Tragopogon crocifolius** L. — Europe méridionale. — Atteint le pied des Bauges, le Jura savoisien ; manque au Valais

(Jaccard). — Élément peu fréquent des colonies des environs de Grenoble : la Bastille, Saint-Eynard.

100. **Leontodon crispus** Vill. — Italie, France méridionale et occidentale. — Jura méridional, Valais. — La Bastille, Vouillant, Comboire, Rochefort, Claix, Mayres, etc.

101. **Catananche cærulea** L. — Espagne, Italie, S. et W. de la France jusqu'à la Loire. — Élément caractéristique des colonies des environs de Grenoble : abonde dans le Trièves ; Mayres, Rochefort, Comboire, Vouillant, pentes du Rachais et du Saint-Eynard, où il atteint sa limite septentrionale dans notre domaine.

L'étude de la distribution géographique des espèces que nous venons d'énumérer nous permet de répartir ces plantes en plusieurs groupes, d'après leur centre de dispersion.

La plus grande partie de ces espèces est répandue dans toute l'Europe méridionale, d'où certaines d'entre elles s'avancent jusque dans l'Europe centrale.

Une vingtaine environ appartiennent au bassin occidental de la Méditerranée :

Avena bromoides	Coronilla minima
Aphyllanthes monspeliensis	Laserpitium gallicum
Asphodelus ramosus	Antirrhinum latifolium
Allium polyanthum	Linaria origanifolia
Crocus versicolor	Campanula Medium
Euphorbia serrata	Inula bifrons
Argyrolobium Linnæanum	Leuzea conifera
Cytisus sessilifolius	Centaurea paniculata
Ononis minutissima	Leontodon crispus
Dorycnium suffruticosum	Catananche cærulea

Parmi les espèces précédentes le *Linaria origanifolia* et l'*Aphyllanthes monspeliensis* n'existent en Europe que dans la péninsule ibérique et la France méridionale ; la dernière de ces espèces s'avance cependant jusqu'en Ligurie. Il en est une autre, *Crocus versicolor,* qui n'existe en Europe qu'en Ligurie et en Provence, d'où elle remonte jusque dans le Dauphiné.

Tandis qu'un nombre assez grand de nos espèces méridionales sont indigènes du bassin occidental de la Méditerranée, il n'en est au contraire qu'un nombre très restreint qui aient leur foyer principal en

Orient, ce sont des espèces steppiques comme : *Linosyris vulgaris*, *Coronilla montana*, *Stipa pennata* et *capillata*, *Diplachne serotina*. Cet élément pontique ne paraît jouer dans le peuplement des Alpes françaises en espèces méridionales qu'un rôle fort secondaire.

Parmi les espèces qui, tout en appartenant au domaine méditerranéen, sont plus particulièrement localisées dans la région montagneuse, il faut citer :

Juniperus thurifera
Asparagus tenuifolius
Cytisus Ardoini
Sedum anopetalum
Lavandula vera
Valeriana tuberosa, etc.

Beaucoup d'autres, le tiers de la totalité des espèces constituantes citées plus haut (dont nous avons souligné l'importance en les mettant en caractères plus gros), appartiennent véritablement à la région de l'Olivier ; ce sont :

* Bromus rubens
* Avena bromoides
Allium polyanthum
* Ornithogalum narbonense
Aphyllanthes monspeliensis
* Crocus versicolor
* Orchis provincialis
Osyris alba
* Euphorbia segetalis
* — serrata
Quercus Ilex
Fumana Spachii
Polygala exilis
Linum strictum
Rhamnus Alaternus
Pistacia Terebinthus
Spartium junceum
Argyrolobium Linnæanum
Ononis minutissima
Melilotus neapolitana
Dorycnium suffruticosum
Coronilla scorpioides
Psoralea bituminosa
* Sedum altissimum
Jasminum fruticans
Convolvulus Cantabrica
* Antirrhinum latifolium
Linaria origanifolia
Centranthus Calcitrapa
* Echinops Ritro
Xeranthemum inapertum
Leuzea conifera
Catananche cærulea

La plupart d'entre elles existent aussi dans le Sud-Ouest, où elles accompagnent le Chêne vert, et dépassent rarement la Loire. Un petit nombre seulement (nous les avons dans la liste précédente marquées d'un astérisque), qui ne franchissent pas le col de Naurouze, peuvent être considérées comme l'élément méditerranéen par excellence de nos colonies. Parmi elles six atteignent à Grenoble leur limite septentrionale : *Bromus rubens*, *Avena bromoides*, *Ornithogalum narbonense*, *Crocus versicolor*, *Euphorbia segetalis*, *E. serrata*.

CHAPITRE V

Origine des colonies. — Hypothèses et conclusions.

En résumé les plantes méridionales sont aux environs de Grenoble réunies en associations, qui méritent bien le nom de *colonies*. Ces colonies ont pour caractères essentiels d'être bien localisées, en terrain calcaire, au pied des Préalpes et sur les versants des vallées alpines, à une altitude comprise de préférence entre 300 et 500 mètres, enfin à une exposition le plus souvent S. ou S.-W.

Ces colonies sont en somme établies dans des stations qui, par l'ensemble des facteurs écologiques qui les définissent, ont une certaine analogie avec la région méditerranéenne.

Parmi les espèces qui composent ces colonies, nous en avons retenu environ une centaine, qui méritent plus particulièrement l'épithète de *méridionales*. Parmi elles 33 appartiennent plus spécialement à la région de l'Olivier et sont vraiment des *méditerranéennes*.

Si nous résumons la répartition de ces espèces méditerranéennes dans les colonies, nous voyons que, de toutes celles que nous avons décrites, les plus riches sont situées aux environs mêmes de Grenoble. A la Bastille, à Comboire, à Rochefort, nous comptons une quinzaine d'espèces méditerranéennes. Sur les flancs du Sineipy, de Marcieu à Prunières, nous en relevons encore une dizaine. Ce nombre descend à 7 dans le Jura méridional et à 6 au pied des Bauges. Enfin nous n'en trouvons *pas une seule* dans la longue liste, dressée par M. Briquet, des espèces qui composent la flore xérothermique des Alpes lémaniennes.

On peut suivre ainsi très nettement la disparition progressive des types méditerranéens des colonies dauphinoises, au fur et à mesure qu'on s'avance vers le Nord.

Un essai de classification de nos espèces méridionales en groupes naturels met en évidence certaines ressemblances, certaines différences aussi, entre le tapis végétal qui constitue nos colonies et celui de la région méditerranéenne.

Parmi les plantes qui concourent le plus à donner à la végétation

du Midi de la France sa physionomie spéciale, nous possédons quelques Graminées des genres *Bromus* et *Stipa* et quelques Monocotylédones bulbeuses ou rhizomateuses (*Asphodelus, Asparagus, Allium, Crocus*) ; les Crucifères siliculeuses sont représentées par le *Clypeola Jonthlaspi* et l'*Æthionema saxatile*, les Térébinthacées par le *Pistacia Terebinthus* et le *Rhus Cotinus*, les Cistacées par le *Fumana Spachii* et plusieurs Hélianthèmes, mais nous ne possédons aucun Ciste ; la grande famille des Légumineuses conserve sa prédominance avec les *Cytisus, Spartium, Ononis, Psoralea, Melilotus, Coronilla, Dorycnium*, etc. ; les Oléacées ne comptent que le *Jasminum fruticans* et les Labiées aromatiques seulement la Lavande et l'Hysope ; les Composées à bractées scarieuses ont de remarquables représentants dans les *Leuzea, Catananche* et *Xeranthemum*.

Les espèces à feuilles persistantes qui donnent au paysage méditerranéen son facies caractéristique sont représentées par *Rhamnus Alaternus, Rubia peregrina, Ruscus aculeatus*, souvent associés à d'autres plantes moins méridionales comme *Buxus sempervirens* et *Ilex Aquifolium*, qui gardent aussi leurs feuilles en hiver. Les arbres toujours verts ne comprennent en somme que le seul *Rhamnus Alaternus* : le *Quercus Ilex* peut être considéré comme absent de nos colonies, car il n'a été signalé que dans celle de Tullins, et encore y est-il si rare que nous n'avons pu le retrouver.

A vivre dans des conditions assez différentes de celles qu'elles trouvent réunies dans la région méditerranéenne, nos espèces méridionales ont subi quelquefois des modifications, qui peuvent être considérées comme des variations adaptationnelles. Elles perdent en remontant dans le Nord quelque chose de leur facies ordinaire : les souches deviennent moins ligneuses, les feuilles et les rameaux moins spinescents, d'où la production de micromorphes ou peut-être même d'espèces représentatives. Les *Lavandula delphinensis* Jord. et *Centaurea leucophæa* Jord., qui représentent chez nous les *L. vera* DC. et *C. paniculata* L., n'ont probablement pas une autre origine. Au *Dorycnium suffruticosum* Vill. dont l'aire embrasse une grande partie du bassin de la Méditerranée et qui ne nous atteint qu'exceptionnellement, paraît de même correspondre le *Dorycnium herbaceum* Vill., espèce fort voisine de la précédente et qui s'en distingue précisément par sa moindre lignosité. Dans le même ordre d'idées, le Dr Chabert rapporte qu'à la montagne de Chambotte, près du lac du Bourget,

le *Rhus Cotinus* n'est plus qu'un modeste buisson, dont les rameaux s'étalent sur le sol et dont les fruits ne parviennent que rarement à maturité [1].

Tels sont les faits qui se dégagent de l'étude des colonies de plantes méridionales établies aux environs de Grenoble. Nous nous sommes efforcés de faire ressortir qu'il existe une certaine analogie dans la composition florale de ces associations et celle de la région méditerranéenne, en insistant sur ce qu'il peut y avoir aussi de comparable dans les facteurs écologiques des deux domaines.

Mais une hypothèse très séduisante a été émise, d'après laquelle les colonies seraient les restes d'une aire plus étendue occupée autrefois par leurs espèces constituantes, lors d'une époque pendant laquelle régnait un climat différent de celui dont nous jouissons aujourd'hui. Certains botanistes, frappés en effet des distances considérables qui séparent quelquefois les stations des plantes méridionales, ont été amenés à penser que le peuplement des colonies n'avait pu se faire que grâce à un climat plus sec et plus chaud.

C'est Kerner qui a surtout démontré l'existence d'une période chaude succédant dans les Alpes à la période glaciaire; M. Briquet a étudié avec soin cette période, dite *aquilonaire* ou *xérothermique*, « caractérisée par un climat continental, sec et chaud en été et de plus en plus froid en hiver, au fur et à mesure qu'il s'agissait de régions plus septentrionales », et a voulu prouver qu'à la faveur de ce climat les plantes méditerranéennes ont pu émigrer dans les stations, souvent très éloignées de leur aire, où nous les observons aujourd'hui.

L'existence de la période xérothermique est démontrée en particulier par la découverte dans l'Europe centrale d'une faune steppique fossile, dont les restes ont été trouvés au Schweizerbild, près de Schaffouse, et étudiés par Nehring; on y a surtout reconnu des herbivores, qui existent encore à l'état vivant dans les steppes du S.-E. de l'Europe et de l'Asie centrale. On n'a pas trouvé dans ces dépôts

[1] Il serait peut-être possible de retrouver chez les espèces méditerranéennes qui remontent dans le Dauphiné des modifications anatomiques de l'ordre de celles que M. Gaston Bonnier a récemment mises en évidence par des cultures expérimentales.

de fossiles végétaux ou seulement des fragments indéterminables ; mais d'après M. Briquet, les restes de la flore steppique ne sont « autre chose que nos colonies végétales xérothermiques actuelles, que l'on peut qualifier de *fossiles vivants* ».

On est malheureusement loin d'être d'accord sur l'époque à laquelle peut remonter la colonisation des Alpes en espèces méridionales. Tandis que celle-ci serait pour M. Briquet postglaciaire, M. Chodat croit plutôt qu'elle a dû se faire non après la dernière grande glaciation, mais pendant la ou les périodes sèches interglaciaires. Dans un travail récent, M. A. Schulz[1] rejette les conclusions de M. Briquet et montre que la période xérothermique, telle que l'entend cet auteur, réunit des caractères d'une période à la fois postglaciaire et interglaciaire.

Si, comme l'a pensé Kerner, la période aquilonaire a précédé immédiatement l'époque actuelle sans avoir été elle-même suivie par un retour offensif du froid, ce fait aurait une grande importance au point de vue qui nous occupe. Si au contraire une nouvelle extension des glaciers est survenue, il est plus difficile de s'expliquer la persistance des espèces méridionales dans les stations qu'elles avaient pu atteindre à la faveur du climat de la période xérothermique.

Bref, dans l'incertitude où nous sommes sur les changements climatériques qui ont suivi la période xérothermique, il nous paraît problématique de déterminer le rôle qu'elle a joué dans la distribution actuelle des espèces méridionales dans les Alpes.

Il faut bien avouer que l'hypothèse d'une période chaude est très plausible, car si nous voulions expliquer cette distribution par des causes purement actuelles, il faudrait supposer aux graines une puissance de dissémination à grandes distances, qui est peut-être en contradiction avec les faits. D'après certains auteurs, en particulier M. Briquet, la disjonction des espèces, au moins dans le domaine des Alpes lémaniennes qu'il a si bien étudié, est incompatible avec ce que nous savons du mode d'immigration par étapes. A l'appui de son opinion, il cite plusieurs espèces dont les stations sont séparées par des distances considérables et des obstacles infranchissables. Par exemple le *Lonicera etrusca* saute des bords du lac du Bourget à la

[1] A. Schulz, *Ueber Briquet's xerothermische Periode*, Ber. d. deutsch. bot. Gesell., XXII, 1904.

« lisière » du Léman, à Lugrin ; mais cette espèce existe aussi au fort de l'Écluse, à Pierre-Châtel, qui, par la voie détournée de la vallée du Rhône, ont bien pu servir de stations intermédiaires entre celles que cite M. Briquet. Il dit de même que l'*Astragalus monspessulanus* saute du col du Frène à la « lisière » de l'Arve, ce qui n'est pas tout à fait exact, puisque cette espèce atteint le pied des Bauges à Cruet et Arbin.

Il n'est cependant pas invraisemblable de supposer qu'au moins dans certains cas, les étapes intermédiaires nous manquent, soit parce qu'elles ont encore échappé à nos investigations, soit parce qu'elles ont été détruites à une époque peu éloignée de la nôtre. C'est ainsi que certaines espèces signalées autrefois aux environs de Chambéry n'y existent plus aujourd'hui, que nous avons cherché en vain dans les stations où ils ont été indiqués le *Jasminum fruticans* à la Bastille, le *Juniperus thurifera* au Saint-Eynard, le *Crocus versicolor* à Rochefort, l'*Aphyllanthes monspeliensis* au Manival. Ces exemples montrent que la distribution géographique des espèces méditerranéennes, dans des régions éloignées de leur aire, se modifie à chaque instant. Telle station disparue aujourd'hui n'a-t-elle pas pu permettre le transport d'une plante dans une station plus favorable où elle s'est maintenue, tandis qu'elle a disparu dans la station intermédiaire?

La découverte récente, faite par M. Briquet, d'espèces remarquables, jusqu'ici à peu près inconnues hors de la région méditerranéenne, comme le *Genista Scorpius* à la montagne de Saint-Romain, le *Piptatherum paradoxum* à la Chambotte, sont de remarquables exemples de distances considérables disjoignant l'aire d'une espèce ; mais ils prouvent aussi à quel point nous sommes encore mal renseignés sur la distribution géographique des végétaux, même dans les régions les mieux explorées, et combien il serait prématuré de poser des conclusions définitives.

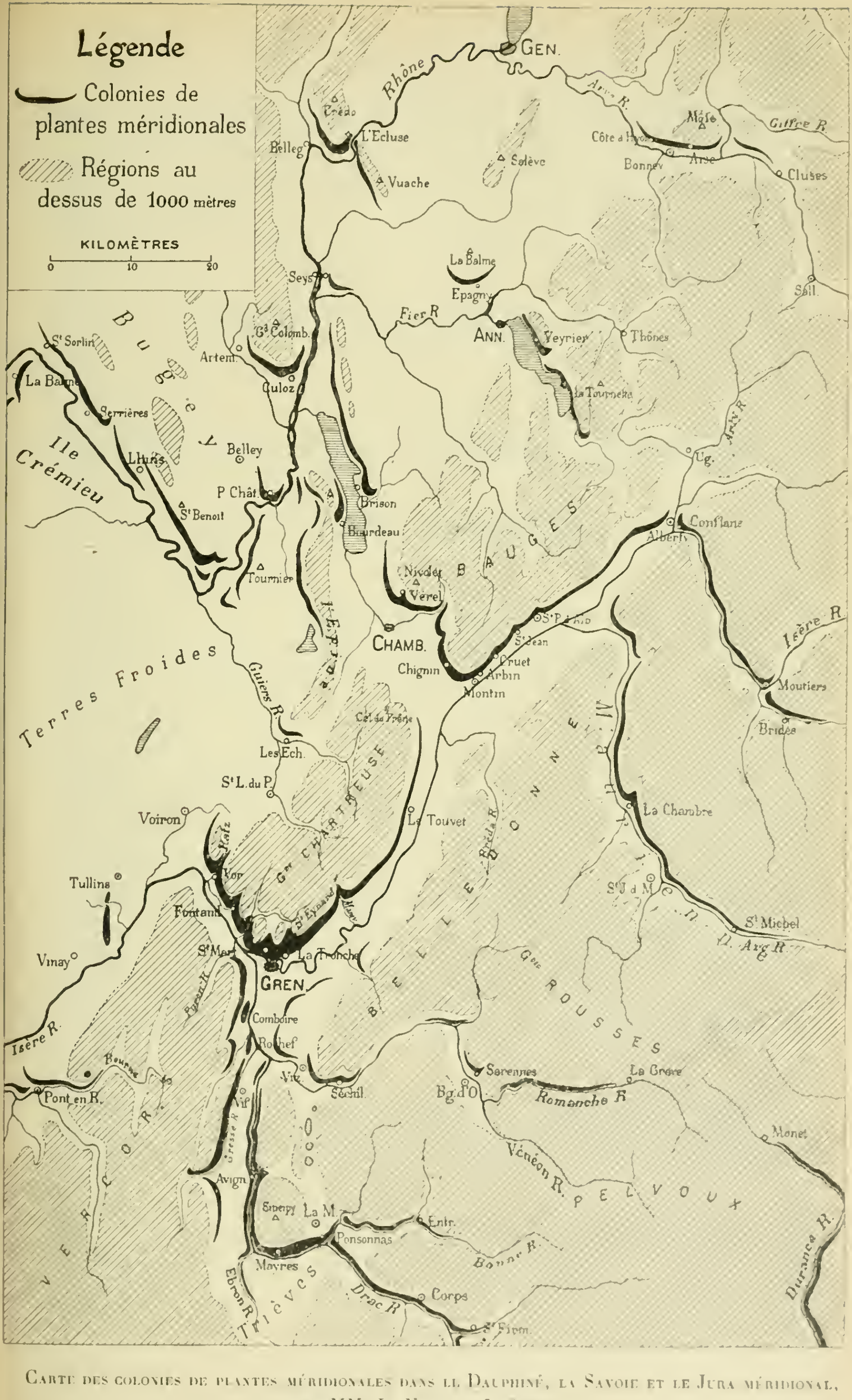
Quelle que soit d'ailleurs l'opinion adoptée, le problème se pose aussi de déterminer les voies qu'ont suivies les espèces méridionales pour parvenir jusqu'à nous. Il paraît tout naturel d'admettre que c'est surtout par la vallée du Rhône que s'est faite la colonisation et M. Briquet n'admet pas d'autre voie de pénétration. Bien au delà du défilé de Donzère, qui marque la limite de la région méditerranéenne, les espèces de ce domaine remontent en effet le long du Rhône, établies

sur les coteaux qui en bordent les rives, à Saint-Péray, Tain, Saint-Vallier, Condrieu, Vienne et Lyon, dont les environs comptent des stations particulièrement riches comme Couzon, Néron et La Pape. Au delà de Lyon on suit très bien sur notre carte les étapes successives de la colonisation par les collines de l'Ile Crémieu et les stations de Saint-Sorlin, Serrières, Lhuis, Saint-Benoît, Pierre-Châtel, Culoz, etc., qui, sur la rive droite du Rhône, forment une longue lisière au pied du Jura méridional.

Une autre voie a pu être suivie cependant par certaines espèces, qui nous seraient venues de l'Orient en traversant l'Europe centrale du Bosphore au Jura. M. Magnin a particulièrement insisté sur l'importance d'un élément *pontique* dans la flore méridionale du Jura. Il y a en effet dans cette flore une abondance de Graminées steppiques, qui avait déjà frappé M. Christ dans le Valais, et qu'on ne retrouve pas dans la flore méditerranéenne proprement dite.

Il est possible aussi que la colonisation de certaines vallées alpines se soit faite par les cols qui les séparent de régions plus méridionales, cols qui précisément auraient été plus facilement franchissables à la faveur du climat de la période xérothermique. C'est ainsi que les espèces méditerranéennes auraient émigré dans le Valais par les cols des Alpes Pennines, d'après M. Chodat. De même la colonisation de la Maurienne a pu se faire par le Mont Cenis, celle de la vallée de la Romanche par le Lautaret, celle du Champsaur et du Trièves par les cols Bayard et de la Croix-Haute. Les colonies de vallées marquent ainsi les étapes des grands courants qu'ont suivis les plantes du Midi pour venir peupler les Alpes.

C'est peut-être précisément grâce à la situation de Grenoble au confluent de deux grandes voies de pénétration que les colonies de notre région doivent leur richesse particulière en espèces méridionales, les unes y étant arrivées par les vallées du Rhône et de l'Isère, les autres par celles du Drac et de la Romanche.



Carte des colonies de plantes méridionales dans le Dauphiné, la Savoie et le Jura méridional, par MM. L. Vidal et J. Offner.

EXPLORATIONS FAITES EN 1904

POUR LA

REVISION DES FEUILLES DE GRENOBLE, VIZILLE ET DIE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE[1]

Par M. P. LORY,

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences.

FLANC EXTERNE DE BELLEDONNE ET BORD SUBALPIN

Stratigraphie. — Le Rhétien doit faire défaut le long de Belledonne : le Jurassique y débute par des couches à Entroques qui paraissent bien continuer vers le Nord les calcaires liasiques de Laffrey ; à côté de ces dépôts d'eaux claires, il s'est formé des argiles que les courants semaient d'articles isolés d'Apiocrinidés.

Je signalerai un épanchement de Mélaphyre au sommet du Trias de Pré-Rémond.

Tectonique. — Outre que le bord interne du synclinal aalénien est le plus souvent renversé, il peut s'accidenter de replis aigus : ainsi au-dessus de Belmont (Vaulnaveys).

---

[1] Extrait du *C. R. Collab. Carte G. F.* pour 1904, avril 1905.

Les allures des couches jurassiques dans le bassin du Trièves ne sont point aussi tranquilles qu'il le semble au premier abord : elles sont souvent très redressées et quelques plis peuvent y être constatés, notamment vers Saint-Maurice où l'apparition de bandes rauraciennes au milieu de l'Oxfordien décèle des synclinaux.

PLÉISTOCÈNE, DERNIÈRE GLACIATION, STADE D'EYBENS

Flanc occidental de Belledonne. — Je me suis attaché à distinguer les moraines des glaciers locaux de Belledonne d'avec celles du grand glacier du Grésivaudan : quand on s'écarte de cette vallée, les cailloux calcaires disparaissent, puis les quartzites, comme le veut la disposition géographique des bras qui transportaient ces roches ; le critérium lithologique se réduit alors à certains granites et beaucoup d'attention devient nécessaire.

Cet examen conduit à une constatation assez imprévue [1] : cette chaîne de Belledonne, qui porte encore aujourd'hui des glaciers et qui domine de si près le Grésivaudan, n'a cependant poussé aucun de ses courants jusqu'à lui après la retraite du tronc principal, non plus que probablement avant son arrivée.

La succession des phénomènes de la dernière glaciation peut se reconstituer ainsi dans le bassin de Revel (voir fig. 1) : 1. Un lobe du glacier du Grésivaudan envahit le goulet, tandis que le glacier du Doménon progresse jusqu'aux Martinaux. — 2. Le lobe rejoint ce glacier et le refoule, recouvrant sa moraine de fond jusqu'aux Chenevas. Puis la communication s'établit avec le remplissage glaciaire des bassins voisins, le grand courant général s'élève jusqu'à plus de 1100 mètres. — 3. Commencement du retrait, le lobe se réindividualise ; la glace, en baissant, laisse son lit vide entre ses moraines latérales. — 4. Les fronts du lobe et du glacier du Doménon se disjoignent entre Revel et les Guimets ; sur le fond plat, les eaux du Doménon étalent la moraine. — 5. Le goulet est à son tour libéré ; le Doménon se recreuse un lit dans le remblai. — 6. Le glacier du

---

[1] Je l'indiquais en partie déjà dans mon compte rendu de l'année dernière (*C. R. Collaborateurs Ca. G. F.* pour 1903, p. 125).

Doménon revient jusqu'au Grand (à l'extrémité amont du bassin) et édifie une basse moraine.

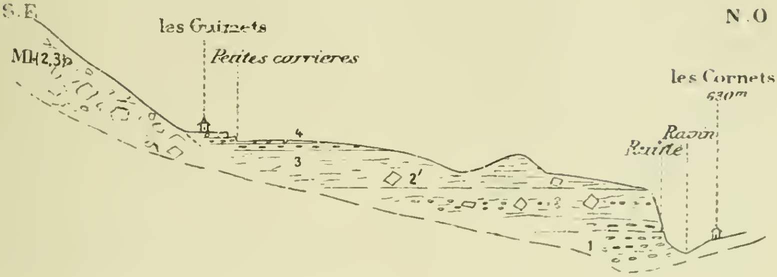


Fig. 1. — Coupe du remblai glaciaire en amont de Revel, rive droite. (Les numéros correspondent à ceux du texte) :

1. Glaciaire caillouteux, du Doménon. — 2. Glaciaire argilo-caillouteux, à éléments du Grésivaudan rares. — 2'-3. Glaciaire argileux à éléments du Grésivaudan assez abondants. — Ml (2,3). Moraine latérale à éléments du Grésivaudan assez abondants. — 4. Alluvion glaciaire litée, à très rares éléments du Grésivaudan.

La disjonction définitive des glaciers de Belledonne s'est produite dès le retrait qui sépare les maxima extra-alpins de « Würm » d'avec le stade d'Eybens ; lors de ce dernier, le glacier de la Combe-de-Lancey seul est peut-être revenu jusque près de son gradin de confluence.

Bassin du Drac. — Je viens de dire « le stade d'Eybens » : c'est que les moraines d'Eybens (Drac-Romanche-Isère) me paraissent décidément représenter le maximum d'un stade [1], le correspondant pour ces vallées de celui de Gap dans la Durance. Si dans le Drac l'on n'a pas pu jusqu'ici reconstituer les creusements datant

---

[1] Le septième fascicule des « Alpen im Eiszeitalter », qui traite notamment de notre région, a paru pendant que s'achevait l'impression du *C. R. Ca. G.* M. le professeur Penck y classe, comme moi, les dépôts du fond de la vallée de l'Isère dans un stade postérieur au principal maximum de *W*; mais il place ses moraines terminales à Voiron, ce qui me paraît incompatible avec divers faits comme l'avancée de la moraine du Furon en plaine vallée et la continuité de la plus basse terrasse de l'Isère (Veurey-Saint-Gervais). — *Note ajoutée à la réimpression.*

du retrait qui l'a précédé, ce peut être que, se produisant dans le glaciaire argileux[1], ils ont été masqués par les *foirages* incoercibles de ce terrain : phénomène que nous voyons encore se produire en grand, et que des coupes (pont de Prébois) montrent avoir présenté encore plus d'ampleur avant l'époque actuelle.

Au même stade appartient la dernière invasion du glacier du Drac en Mateysine : M. Kilian l'a montrée[2] succédant à l'abandon de ce plateau par le bras du glacier de la Romanche (moraines des lacs, qui datent évidemment du retrait de W). Puis, à la décrue, un arrêt édifie la moraine de La Mure (le Calvaire, la Mairie) et en avant d'elle s'étalent les champs de graviers de Saint-Jean-d'Hérans, Villard-Julien et Lavars.

Je rappelle que la jonction du glacier du Haut-Drac avec celui du Valgaudemar s'est encore réalisée à ce stade, mais seulement durant son maximum.

Quant à la ligne des dépressions oxfordiennes, pour reconstituer son histoire, prenons encore un bassin comme exemple ; nous voyons en Trièves la succession suivante : — 1° Des alluvions puissantes, remblayant de grands ravins, avec quelques galets cristallins[3] mêlés

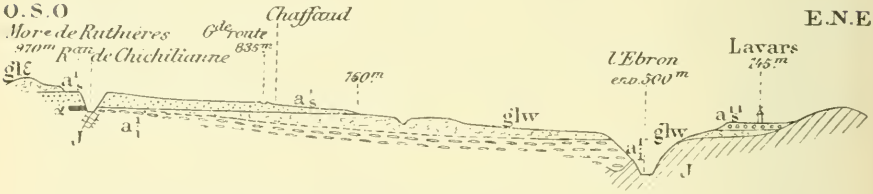


Fig. 2. — Coupe du Trièves par la croupe de Clelles et Lavars.

J. Jurassique. — 1. a^1i Alluvion torrentielle interglaciaire. — 2. *glw* Glaciaire du Drac, dernière invasion totale. — α Argile (= *glW* ?). — 3. a^1s Alluvion torrentielle des grands cônes. — *glε* Glaciaire local, stade d'Eybens. — a^1s^1 Alluvion du Drac, retrait du stade d'Eybens.

Échelle des longueurs : 1/80.000, hauteurs doublées.

[1] Avec M. H. Schardt (*Areuse*) je ne vois qu'un facies de la moraine dans les argiles feuilletées à rares blocs et cailloux striés, si développés dans la vallée du Drac, et que Ch. Lory et M. Kilian ont regardées comme d'origine lacustre.

[2] *B. Ca. G. F.*, n° 75, 1900.

[3] J'avais précédemment cru que ces alluvions n'en contenaient pas.

aux calcaires ; elles attestent un régime torrentiel interglaciaire, postérieur à une occupation du pays par le glacier du Drac. En intercalations s'observent (sous Clelles, vers le Percy, etc.) des couches lenticulaires d'argile à débris ligniteux et à Gastéropodes, dépôt de dépressions du lit torrentiel en dehors du courant principal ; leur grande ressemblance avec le glaciaire argileux peut être une cause de méprises. — 2° Glaciaire presque tout argileux, avec des blocs cristallins, expansion de celui du Drac. L'érosion a le plus souvent détruit cette moraine de fond dans les goulets par lesquels les torrents subalpins débouchent dans le bassin ; mais il n'est pas douteux que les glaciers locaux rejoignaient en nombre les lobes du grand tronc. — 3° Maintenant les dépôts vont différer de ceux de la vallée du Drac : chaque vallon du Bord subalpin donne naissance à un grand cône, largement étalé, où les cailloux cristallins sont plus fréquents que dans l'alluvion inférieure. Le sommet du cône de Clelles se trouve dans la moraine de Ruthières (glacier entre le Mont-Aiguille et le Glandaz [1]), et sur plus de 50 mètres de longueur on voit celle-ci s'avancer sur lui : il s'agit donc d'un nouveau maximum ; d'ailleurs, c'est par des crues exceptionnelles d'un torrent glaciaire que peut s'expliquer la constitution de certaines des couches supérieures du cône, remplies de grands blocs mi-anguleux. Ainsi, la période des grands cônes correspond à une phase interstadiaire et à un stade, le premier après les maxima de W, donc au stade d'Eybens ; et celui-ci n'a pas, ou presque pas, amené de réinvasion du glacier du Drac en Trièves. — 4° Le Drac se mettant ensuite à creuser, les torrents sollicités par lui descendent dans le remblai ; par suite de la surimposition, les obstacles rencontrés dans ce creusement varient énormément suivant les points : la terrasse d'alluvions qui s'emboîte dans le glaciaire sous Prébois montre que la saillie rocheuse du point 728 a enrayé pendant un temps notable l'érosion de l'Ébron. Il y a des exemples admirablement nets de divergences entre le cours ancien et le cours épigénétique actuel : ainsi au pont de Brion et en aval du pont de Parassac.

---

[1] Ch. Lory, *Feuille Vizille*.

BOCHAINE ET ENVIRONS DE VEYNES

M. Lambert, de Veynes, qui avait pris part à mes dernières explorations dans cette région, y a poursuivi depuis avec succès l'étude des points fossilifères. Ses récoltes élargissent notablement notre connaissance des faunes céphalopodiques du Dauphiné, en particulier pour : l'Oxfordien (superbe série qui s'ajoute à celle de la collection Itier ; M. H. Itier a trouvé aussi dans ces marnes du lignite) ; le Berriasien, avec des espèces d'Algérie, de Crimée et de l'Inde *(Spiticeras spitiense, indicum)* ; le Valanginien, avec un *Delphinites* nouveau dans la zone inférieure et deux *Craspedites* dans la zone à *Saynoceras verrucosum* ; l'Hauterivien inférieur, avec *Holcostephanus hispanicus* à Montbrand, *Pulchellia Favrei*, et *Polyptychites* gr. de *biscissus* à Furmeyer. Si j'avais reconnu depuis longtemps que le puissant complexe des marnes noires avec grès correspond à l'Aptien supérieur et à l'Albien, il ne m'avait fourni qu'une faune caractéristique, celle du Gault inférieur à *Hoplites tardefurcatus*, *Parahoplites Milleti*, associés à de nombreux *Gaudryceras;* M. Lambert y a découvert quelques Ammonites pyriteuses, appartenant à deux niveaux bien connus ailleurs : *Phylloceras Guettardi*, *Tetragonites Duvali*, *Gaudryceras* gr. de *multiplexum*, *Oppelia* gr. de *nisus* de l'Aptien supérieur, *Gaudryceras Dozei* et *G. Agassizii*, *Turrilites Bergeri* et *Puzosia latidorsata* du Gault supérieur. Le Cénomanien lui a fourni *Schlœnbachia* du groupe de *varians* et *Acanthoceras* du groupe de *Mantelli*.

Terrasses du Grand-Buëch. — Quatre niveaux d'alluvions anciennes ont laissé dans cette vallée des terrasses, malheureusement des plus réduites. Elles dominent le thalweg actuel respectivement de 180, 95, 45 et 20 mètres. La plus élevée (cap du Pont-la-Dame) allait rejoindre les cailloutis pliocènes (ou du Deckenschotter?) des Égaux[1]. Les deux moyennes (la Faurie et Saint-Julien) paraissent correspondre aux haute et basse terrasses de Veynes[2]. Quant à la

---

[1] P. Lory et D. Martin, *C. R. Co. G.* pour 1898.

[2] Terrasses de 60 et de 15 mètres, d'après M. Kilian.

plus basse, je ne l'ai observée que dans le vallon de la Jarjatte et peut-être est-elle spéciale au bief supérieur, torrentiel, du Grand-Buëch.

HYDROLOGIE

Pendant l'année 1904 j'ai procédé à l'examen de six sources ou groupes de sources.

La majorité d'entre elles sortent du Glaciaire : Siévoz, Herbeys (Romage), Laval, une au moins de celles du Percy. C'est un gisement favorable lorsqu'il s'agit d'un revêtement morainique de quelque épaisseur et pas entièrement calcaire : les eaux suivent des lits ou lentilles sableuses, qui assurent une filtration efficace.

Deux sources, celles de Montbonnot et de Veynes (sur le territoire de Montmaur), coulent dans la profondeur de grands cônes torrentiels subactuels, à éléments calcaires.

Un filet (le Percy) sort de marno-calcaires jurassiques.

Pour le plus grand nombre de ces sources, il a été conclu à l'établissement de périmètres de protection.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES FAITES EN 1903 ET 1904

POUR SERVIR A LA

REVISION DE LA FEUILLE DE VIZILLE[1]

DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

Par M. Charles JACOB,

Préparateur à la Faculté des Sciences.

I. — Année 1903.

Les tournées de l'été 1903 ont été consacrées à l'étude des hauts plateaux du Fà, du Vercors et de la forêt de Lente. D'une manière générale, le sous-sol de ces plateaux est bien constitué comme le figure la carte actuelle presque exclusivement par des calcaires urgoniens ; mais ceux-ci sont ondulés et le pendage des couches varie à tous les pas. Les synclinaux sont jalonnés par la couche inférieure du Gault (lumachelle de Ch. Lory), que l'on retrouve jusqu'au Sud de Saint-Aguan en Vercors et qui est conservée en maints endroits : environs de Presles, du Fà, des Ronins, prairie de Lente ; les anticlinaux élémentaires de direction Nord-Sud sont généralement limités à leurs deux extrémités par des cassures Est-Ouest, des deux côtés desquelles le pendage est différent.

[1] Extrait du *Bulletin de la Carte géologique de France*, 1904 et 1905.

L'accident tectonique le plus intéressant a été rencontré au voisinage de la vallée de la Bourne au-dessus de Val Chevrière, où l'on voit le flanc normal urgonien d'un anticlinal chevaucher vers l'Ouest un synclinal de Gault dont le substratum urgonien est lui-même affecté par une cassure Nord-Sud, à l'Est de laquelle les couches sont presque horizontales ; au-dessus de l'anticlinal enfin se trouve un petit synclinal de Gault ; l'existence de ces trois accidents, qui se continuent sans doute au Nord de la Bourne, explique l'énorme épaisseur apparente de l'urgonien le long de la rivière.

Parmi les faits stratigraphiques observés, signalons que dans le Nord-Ouest de la feuille la couche supérieure à orbitolines de Ch. Lory a été retrouvée près de Saint-Martin en Vercors dans la même situation qu'au Rimet. Sur le plateau du Fâ, au lieu dit Peyrette, le même horizon, fossilifère, semble, de même que dans la localité classique du Fâ, être intercalé dans l'urgonien, dont il n'occuperait pas la partie tout à fait supérieure comme on l'a admis jusqu'ici.

Vers les confins Sud du Vercors, à la limite du Diois, nous avons reconnu, en compagnie de M. Kilian, que la partie culminante du Roc de Toulaux au Sud de Bouvante est formée par des marno-calcaires de l'aptien inférieur dans lesquels nous avons trouvé : *Desmoceras sp.*, *Nautilus Neckerianus Pict.*, *Ostrea aquila Brong.*, *Toxaster Collegnoi. Cott.*, et *Nemosina*. Près de la ferme de Tubannet, aux fossiles précédents s'ajoute *Costidiscus recticostatus. d'Orb. sp.* Ces dépôts qui constituent également le Serre Montuez remplacent au Sud du Vercors dans l'aptien inférieur le facies urgonien que l'on retrouve plus au Nord. Au Roc Toulaux ils reposent sur un barrémien inférieur à caractères mixtes, qui nous a fourni au Nord du col de la Bataille le *Macroscaphites Yvanii. Puzos.*

Les formations pléistocènes sont des plus intéressantes dans la région de la Chapelle-en-Vercors. Tout d'abord au Sud de Saint-Agnan, à la Chapelle de Rochas, une moraine très bien conservée barre la vallée actuelle de la Vernaison et est en relation vers l'aval avec une terrasse qui supporte le château de la Tour et qui surmonte les alluvions récentes de la vallée. La route qui monte de là à la Chapelle-en-Vercors traverse au Nord du hameau du Collet une deuxième moraine qui est plus élevée que la première et qui passe vers le Nord à un cône de transition formant la plaine des Chaberts jusqu'à deux petites vallées dont l'une taillée dans les calcaires sénoniens est suivie

par la route qui va de la Chapelle à la Vernaison, tandis que l'autre, creusée dans les grès et les sables du crétacé moyen, est occupée par un ruisseau coulant vers les Baraques. Dans la portion d'amphithéâtre qui subsiste en amont de cette deuxième moraine se trouvent des matériaux laissés pendant le retrait, sur lesquels sont bâtis le village de Saint-Agnan et les hameaux de la Bessée et des Trucs. A une altitude plus élevée que les formations dont il vient d'être question, on constate l'existence de paquets d'alluvions qui occupent les hauteurs environnant immédiatement la Chapelle-en-Vercors : peut-être y a-t-il là les témoins d'un tracé encore plus ancien, qui aurait été suivi par les eaux courantes venant du plateau de Vassieux, et auquel serait attribuable la vallée morte, taillée dans l'urgonien, que suit la route de la Chapelle-en-Vercors aux Baraques.

Nous avons enfin constaté au Sud de Corençon, près du Villard-de-Lans, l'existence d'une moraine locale bien conservée, qui barre vers le Nord la grande vasque formée par le plateau du Vercors.

II. — Année 1904.

Bordure Sud-Ouest du massif du Vercors. — *Tectonique.* — L'anticlinal de Gresse signalé en 1898 par M. P. Lory est affecté suivant son axe par une cassure qui devient l'élément important au-dessus du hameau de Bouchier ; le pli se transforme en un pli faille qui amène le Jurassique supérieur en contact anormal sur le Berriasien.

Les accidents tectoniques sont ensuite masqués vers le Nord par des alluvions ; mais on retrouve plus loin la trace de l'anticlinal de Gresse, dans la voûte à large courbure que montre la falaise urgonienne de la Grande-Moucherolle. A la hauteur du Gerbier, l'axe du pli est reporté plus à l'Est par un petit décrochement horizontal. On atteint ensuite, au delà, le vallon de la Fauge, limité au Sud par une cassure analogue à celle du Gerbier et le dernier témoin vers le Nord de l'accident de Gresse se trouve dans le petit pli couché de la Fauge dont la terminaison septentrionale est cachée par une moraine et s'enfonce sous les calcaires sénoniens.

Au Sud l'anticlinal de Gresse semble se terminer périclinalement vers les hameaux des Grands-Deux et des Petits-Deux. On peut néan-

moins, une fois traversées les formations morainiques de la Ville, le relier avec les accidents du Grand-Veymont. Une faille traverse le sommet de ce point culminant du Vercors, et l'axe anticlinal qui passe au Nord de la faille par la cote 1697 de la carte de l'État-Major est reporté un peu à l'Ouest et correspond de l'autre côté au sommet du Petit-Veymont. Plus au Sud encore, l'accident change de direction et tourne vers le Sud-Ouest. Son axe se suit jusqu'au Roc Mazilier, passe à l'Ouest de la Tète de la Graille et du pas de Chabrinel et, après la traversée du Vercors, correspond dans le soubassement jurassique à l'ensemble anticlinal de Romeyer.

A l'Est de cette série continue, mise en relation avec l'anticlinal de Gresse, le plateau jurassique est fracturé par des failles peu étendues de direction Nord 45° Est; on en compte quatre aux environs de Gresse et deux au-dessus de Saint-Michel-les-Portes ; ces dernières font réapparaître deux fois les marno-calcaires du valanginien supérieur et exagèrent l'épaisseur du Néocomien dans le soubassement de la portion orientale du Mont-Aiguille.

Dépôts fluvio-glaciaires — Toutes les vallées du gradin jurassique supérieur de la bordure du Vercors montrent des dépôts fluvio-glaciaires plus ou moins développés et formés d'éléments exclusivement locaux.

Dans la commune du Guà, en montant à Prélenfrey, on trouve des dépôts glaciaires qui sont bientôt cachés par les éboulis du rocher de l'Épérimont et de la falaise du Vercors. Sous la Grande-Moucherolle on voit des traînées morainiques avec blocs erratiques descendre jusqu'à Mazeteyre, au Moulin Garnier et s'étendre jusqu'à Saint-Andéol. Dans le cirque de la Bâtie on rencontre deux placages d'alluvions peu étendus.

Les plus beaux témoins glaciaires sont fournis par les dépressions centrales de Gresse et de Chichilianne connues depuis longtemps. Les moraines de Gresse correspondent au cirque formé par le Grand et le Petit-Veymont ; elles ceinturent la plaine de la Ville et passent vers l'aval à une petite terrasse au hameau de Chaumeil ; plus bas elles ne se relient actuellement à aucun autre dépôt alluvial.

Près de Chichilianne le hameau de Donnière est le centre d'un ensemble glaciaire qui est formé de deux belles moraines latérales, réunies entre Ruthière et Chateauvieux par une moraine frontale ; à

ces moraines s'ajoutent pour caractériser la topographie de nombreux cônes de déjection venant, au Nord, du bas du Mont-Aiguille et franchissant la moraine latérale pour pénétrer dans la dépression centrale de Donnière ; au Sud, les cônes de déjection ont une plus grande importance encore, et forment le sous-sol du village de Chichilianne. La moraine frontale donne vers l'Est un cône de transition qui s'étend jusqu'à Clelles et est traversé en tunnel par la voie ferrée de Grenoble à Marseille. Ce cône, toujours formé d'éléments locaux, présente un grand intérêt, car dans les ravins qui se trouvent au-dessous des maisons de Challaud et au-dessous du plateau de Clelles on voit son extrémité inférieure se ramifier et s'imbriquer avec le glaciaire argileux à blocs alpins qui recouvre la majeure partie du Trièves. *Le glaciaire local de Chichilianne serait donc contemporain du glaciaire du Trièves* [1].

La même conclusion semble devoir s'appliquer à tout le glaciaire local de la bordure du Vercors. Si l'on étudie en effet les environs de Saint-Michel-les-Portes, on trouve là, surtout sur la rive gauche du torrent, les restes d'un beau cône de déjection formé d'éléments locaux, tout à fait analogue à celui de Clelles ; la continuité dans le haut avec des moraines ne peut plus se constater ici, mais il est difficile de ne pas voir dans les formations torrentielles de Saint-Michel l'équivalent de celles de Clelles. Or, sous les maisons de Torannes, on voit que le glaciaire alpin du Trièves forme une langue qui vient s'intercaler dans les formations locales du Vercors. A Gresse, à Château-Bernard et au Guà il n'y a aucune relation conservée entre le glaciaire des plateaux et celui du bas, mais les moraines et les dépôts ont tous les caractères de ceux de Chichilianne et de Gresse et doivent être leurs contemporains. Il en est de même probablement des moraines de Corençon, de celles de la Fauge et du Villard-de-Lans et des formations qui ont été signalées l'an dernier à la Chapelle-en-Vercors et dont nous avons trouvé cette année deux moraines de retrait au Passage et à Rousset.

Il faut ajouter enfin que dans la vallée de Romeyer un chaos morainique, situé autour de la maison Lagier, reproduit au Sud du

---

[1] L'exploration des environs de Clelles a été faite dans une course commune avec M. W. Kilian.

Vercors les particularités glaciaires des plateaux et de la bordure orientale de cette région.

Remarques diverses. — Des fouilles entreprises à La Balme de Rencurel ont donné de bons éléments pour l'étude de la faune de cette localité. Deux niveaux fossilifères ont été trouvés dans le Crétacé moyen aux environs de Saint-Martin en Vercors (V. B. S. G. F., séance du 6 juin 1904). La lumachelle des Jarrands près le Villard-de-Lans a fourni : *Tetragonites Duvali.* d'Orb. sp., *Parahoplites Nolani Seunes sp.* J'ajouterai dans le même ordre d'idées que sur la feuille Privas une course à Bourdeaux m'a permis de trouver au-dessus des premiers bancs de grès susaptiens qui dominent une énorme épaisseur de marnes aptiennes *Parahoplites Nolani* et f. voisines. *Douvilleiceras cf. Martini,* etc..., faune qui rappelle à certains égards celle de Clansayes.

L'hauterivien pyriteux à *Desm. Sayni* a été rencontré avec ses fossiles caractéristiques entre le col de Rousset et Marignac. Au Nord de la Tête des Bauniens on trouve dans le Barrémien une faune à *Holcodiscus* et à *Desmoceras,* analogue à celle qui a été signalée un peu plus au Sud, à la fontaine Graillère, par M. Paquier.

HYDROLOGIE

A la demande de M. Kilian, j'ai examiné en 1904 douze projets d'adduction d'eau pour les départements de l'Isère, de l'Ardèche et des Hautes-Alpes. Les sources étudiées doivent pour le plus grand nombre leur origine à l'existence de matériaux fluvio-glaciaires ou d'éboulis sur des dépôts moins facilement perméables. A La-Levade d'Ardèche j'ai visité une source dans l'arène de décomposition des granites sous-jacents. Dans le Bas-Dauphiné, à Saint-Étienne-de-Saint-Geoire et aux Abrets, les sources sortent le long des affleurements de couches de marnes intercalées dans les dépôts miocènes. A Barret-le-Bas (Hautes-Alpes) elles se trouvent à la surface des marnes valanginiennes. Deux des projets examinés seulement ont été l'objet d'un avis défavorable.

MICROSPORIDIES NOUVELLES DES INSECTES[1]

Par M. Ed. HESSE,

Préparateur à la Faculté des Sciences.

Les parasites du groupe des Microsporidies sont très répandus chez les Insectes ; ils attaquent indifféremment la larve et l'adulte. Chacun connaît les ravages qu'ils ont causés sur les Vers à soie chez lesquels ils produisent la maladie désignée sous le nom de *pébrine*. On les a signalés dans tous les ordres d'Insectes. Je me propose d'en faire connaître ici quelques espèces nouvelles que j'ai eu l'occasion d'observer.

Les larves de *Bætis Rhodani* Pictet sont de petites larves d'Éphémérides très communes dans toutes les eaux courantes, j'en ai recueilli de grandes quantités à Montessaux, dans la région Nord-Est de la Haute-Saône où je les ai trouvées parfois parasitées par une Microsporidie présentant des sporoblastes polysporés, caractère qui fait ranger ce parasite dans le genre *Nosema ;* je le nommerai *Nosema Vayssierei,* le dédiant à M. le professeur Vayssière qui a eu l'amabilité de me déterminer les hôtes ainsi que d'autres larves recueillies en même temps.

Les larves atteintes ne présentaient pas de déformations extérieures semblables à celles que j'ai signalées chez d'autres larves voisines *(Ephemerella ignita* Poda) sous l'action d'une autre Microsporidie ;

[1] Communication faite au Congrès de l'A. F. A. S. tenu à Grenoble en août 1904.

on les reconnaissait cependant à première vue par la couleur de leur face ventrale, couleur d'un blanc crayeux qui est partout caractéristique de la présence de Glugéidées. Les larves jeunes parasitées sont plus nombreuses que les adultes envahies, ce qui semblerait indiquer que l'affection est souvent mortelle, au moins pour ces jeunes larves.

Le parasite n'est pas très commun, je ne l'ai trouvé qu'une dizaine de fois sur plusieurs milliers de larves examinées. Il envahit le corps gras et se montre sous forme d'une infiltration diffuse irrégulière, il ne constitue pas de masse kystique nettement délimitée. Lorsque l'infection est très intense, tout le corps gras est envahi et il semble avoir complètement disparu, on ne trouve à sa place qu'une masse considérable de spores comprimant tous les organes.

Ces spores sont contenues en nombre variable, souvent assez élevé dans des sporoblastes ovalaires ayant de 6 à 9 μ de large sur 9 à 12 μ de long ou sphériques de 8 à 10 μ de diamètre. Elles sont piriformes et mesurent 3 à 4 μ de grand axe sur 1 à 2 μ dans leur plus grande largeur. On observe à leur grosse extrémité postérieure une petite vacuole parfois invisible sur certaines spores plus réfringentes. A la partie antérieure, la capsule polaire est visible dans un grand nombre de spores ; cette extrémité semble coiffée d'un petit bouchon qui se détache lors de la dévagination du filament. Cette dévagination est obtenue facilement par l'action de l'eau iodée et de l'acide sulfurique sur les spores fraîches, je l'ai même observée sur des spores traitées seulement par le liquide physiologique, après un séjour d'une demi-heure dans ce liquide. La longueur du filament déroulé atteint 17 à 19 μ.

Outre le *Gurleya Legeri* que j'ai décrit dans *Ephemerella ignita* Poda, d'autres Microsporidies ont été signalées déjà chez les Éphémères. D'après Pfeiffer, G.-W. Müller en aurait observé dans l'appareil génital de larves de *Potamanthus* sp. ; Schneider en a signalé dans les cellules épithéliales de l'intestin de larves d'Éphémères provenant de la Boivre, enfin les kystes trouvés par Vayssière dans la cavité générale d'*Heptagenia longicauda* Oliv. et figurés dans sa thèse avec leur contenu paraissent également appartenir à une Microsporidie.

Les Microsporidies ont été signalées aussi chez les Coléoptères. On connaît plusieurs espèces du genre *Nosema* qui vivent dans :

Larve et imago de *Ocypus olens* Müller où elles ont été signalées par Frey et Lebert.

Statira unicolor Blanch. . . . . Frenzel.
Melasoma populi L. . . . . Pfeiffer.
Larve d'un Coléoptère d'eau douce. . . . . . . Pfeiffer.

J'ai observé dans les Coléoptères deux espèces nouvelles que je vais décrire succinctement :

Nosema longifilum de l'*Otiorhynchus fuscipes* Oliv.
Thelohania Cepedei de l'*Omophlus brevicollis* Mls.

Nosema longifilum n. sp. — Certains individus de *Otiorhynchus fuscipes* Oliv. ont la cavité abdominale presque complètement remplie par de grosses masses d'un blanc crayeux qui laissent échapper dès qu'on les touche une bouillie laiteuse constituée uniquement par des spores de Microsporidies. Ces spores sont de deux sortes, les plus nombreuses sont ovalaires et mesurent 4 à 5 μ de long sur 3 μ dans leur plus grande largeur, un certain nombre d'entre elles montrent une grande vacuole vers leur pointe. D'autres spores se rencontrent en faible quantité parmi les précédentes, elles sont elliptiques et plus volumineuses (6 μ sur 4) et m'ont toujours paru vides.

Le Lugol fort provoque instantanément la sortie du filament spiral chez les petits spores, un séjour de une heure ou deux dans le liquide physiologique produit le même effet. Ce filament est très fin et extraordinairement long, il atteint dix-sept à dix-huit fois la longueur de la spore, soit 85 à 90 μ.

Le parasite envahit le tissu adipeux, mais il n'y a pas ici infiltration diffuse comme chez les larves de *Bætis Rhodani* Pictet. La Microsporidie forme aux points envahis un véritable kyste bien localisé et l'hôte réagit en formant autour de ce kyste une sorte de capsule conjonctive. Cette localisation de l'infection microsporidienne dans les tissus n'a pas encore été signalée, à ma connaissance du moins, chez les Invertébrés.

Thelohania Cepedei n. sp. — Cette espèce dédiée à notre jeune camarade Cépède qui l'a signalée à notre attention, parasite exclusivement les tubes de Malpighi de l'*Omophlus brevicollis* Mls. Les spores présentent une grande variabilité de forme et de dimensions : elles sont ovales ou elliptiques, avec un grand axe allongé, parfois piriformes, parfois recourbées en arc. Leur longueur varie de 3 à 6 μ et leur largeur de 2 μ à 2 μ, 5.

La vacuole postérieure bien visible chez la plupart des spores paraît chez quelques-unes occuper la spore tout entière. La capsule polaire est visible assez souvent sans faire agir aucun réactif.

Le filament est dévaginé par l'action de l'eau iodée, il mesure de 20 à 25 μ de long.

Les spores sont renfermées au nombre de huit dans des sporoblastes sphériques de 7 à 9 μ de diamètre. Certains sporoblastes ne renferment que quatre spores, qui sont alors deux fois plus grandes que les spores ordinaires.

Le parasite attaque les tubes de Malpighi ; les cellules bourrées de pansporoblastes sont détruites et le parasite est mis en liberté dans la lumière de l'organe qui peut être parfois totalement obstruée.

J'ai décrit déjà d'autres espèces de *Thelohania* chez les Insectes, ces espèces (*Th. janus* des larves de *Limnophilus rhombicus* L. ; *Th. pinguis* des larves de *Tanypus varius* Meig.) attaquent le corps gras de l'hôte ; ici nous avons donc un nouvel organe attaqué et les Thelohania considérés, il y a peu de temps encore comme parasites spéciaux des muscles, attaquent en outre non seulement le corps graisseux mais encore les tubes de Malpighi.

La présence de pansporoblastes tétrasporés chez quelques *Thelohania* des Insectes montre l'étroite affinité de ce genre avec le genre *Gurleya* qui, comme on le sait, est caractérisé par la présence de pansporoblastes tous tétrasporés.

LE BLAGEON ET LA SUIFFE BOUCHESSE

(*SQUALIUS AGASSIZII Heck.*)

DANS LES LACS ET LES COURS D'EAU

DE LA RÉGION DELPHINO-SAVOISIENNE[1]

Par M. Casimir CÉPÈDE.

Le Blageon et la Suiffe bouchesse sont deux Poissons Téléostéens, de la famille des *Cyprinides*, et qui appartiennent au genre *Squalius*. On les rencontre en assez grand nombre dans la région delphino-savoisienne où les auteurs les ont identifiés en les désignant sous le nom spécifique commun de *Squalius Agassizii* Heckel = *Squalius Souffia* Risso.

Dans un travail récent, publié dans le volume offert aux membres de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à l'occasion du Congrès de Grenoble (4-11 août 1905), notre Maître, le professeur Léger, a attiré l'attention sur ces deux Poissons en exprimant le désir qu'une étude comparée de ces deux Cyprinides soit tentée. Nous détachons de son intéressant travail le passage qui se rapporte plus spécialement à notre sujet :

« La Suiffe bouchesse est bien le poisson le plus commun de « l'Isère et du Drac dans notre région et elle remonte même assez « haut certains de leurs affluents. On sait qu'elle existe également

[1] Ce travail, communiqué au *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, tenu à Grenoble, en août 1904, a été effectué au Laboratoire de Zoologie de l'Université de Grenoble.

« dans quelques autres rivières du Sud-Est. mais son aire de répar-
« tition est en somme très limitée.

« Commune dans le lac d'Annecy, où on la connaît sous le nom de « Blageon, elle y atteint, avec une forme un peu plus haute, une « taille beaucoup plus considérable que dans nos cours d'eau. Tandis « que le poids moyen d'un Blageon de lac est de 100 grammes, « celui de notre Suiffe bouchesse est à peine de 50 grammes et bien « rares sont les exemplaires qui atteignent 80 grammes. En revanche, « la chair de notre Suiffe est, paraît-il, bien supérieure à celle du « Blageon d'Annecy.

« Ces différences de taille, de forme et de qualité montrent qu'une « étude comparée plus minutieuse du *Squalius Agassizii* des lacs et « des eaux courantes ne serait pas sans intérêt. »

C'est cette étude que nous avons entreprise il y a quelques mois. Nous exposerons ici les résultats auxquels elle nous a conduit.

Notre communication comprendra :

Une étude sommaire du Blageon du lac d'Annecy, ou *Squalius Agassizii* Heckel type ;

Une étude sommaire de la Suiffe bouchesse ;

Une comparaison des caractères distinctifs de nos deux Poissons ;

Enfin un exposé aussi bref que possible des conclusions qu'il y a lieu de tirer, à notre avis, de nos modestes observations.

Blageon d'Annecy *(Sq. Agassizii Heck. Type)*.

Ce Poisson se rencontre très communément en Suisse où il vit dans les lacs et les torrents, bien qu'il préfère, semble-t-il, les eaux courantes. Il est commun dans le lac d'Annecy, où on le connaît sous le nom de Blageon du lac d'Annecy que nous lui conserverons ici.

Il mesure en moyenne de 145 à 185 millim. de longueur totale, c'est-à-dire y compris la nageoire caudale : la plupart des exemplaires que nous avons examinés du lac d'Annecy, avaient une longueur qui oscillait peu autour de 180 millim. ; c'est ce qui nous a porté à choisir comme individu type un spécimen de cette taille. Le corps est peu comprimé et moyennement élevé, fusiforme. La tête est moyenne ; la longueur céphalique supérieure est de 27 millim. ; la longueur céphalique latérale, c'est-à-dire mesurée du bout du museau

au bord de l'opercule, est de 36 millim. 1/2 ; la hauteur à l'occiput est de 25 millim. ; l'œil a un diamètre de 9 millim. Les écailles, relativement petites, sont au nombre de 55 ou 56 sur la ligne latérale et ont une surface qui est à peu près le tiers de celle de l'œil. La nageoire dorsale, qui prend naissance vers le milieu du corps ou légèrement en arrière, est subanguleuse à sa partie supérieure et rectiligne sur sa tranche. Elle a 10 rayons, dont 2 simples et 8 divisés. La nageoire anale est légèrement arrondie à sa partie antérieure et presque droite, à peine convexe sur sa partie postérieure. Elle compte de 11 à 13 rayons, dont 3 simples et de 8 à 10 divisés. Dans le cas où on compte 13 rayons, les 2 antérieurs sont très courts. Les nageoires ventrales, légèrement convexes sur la tranche, montrent généralement 10 rayons, dont 2 simples et 8 divisés. Les nageoires pectorales comptent 15 ou 16 rayons, dont 14 ou 15 divisés et un seul simple. Enfin, la nageoire caudale a ses lobes sensiblement égaux, à tranche faiblement convexe. Les deux lobes sont généralement acuminés. Le péritoine est fortement pigmenté, d'un noir plus ou moins intense. Les vertèbres sont au nombre de 43.

Suiffe bouchesse de nos pêcheurs.

Ce Squalius est très commun dans l'Isère, le Drac et les ruisseaux tributaires de ces deux cours d'eau qui irriguent si richement la plaine si fertile du Grésivaudan. On le rencontre fréquemment aussi dans les cours d'eau plus méridionaux comme la Bourne et les ruisseaux qui sont ses affluents : le canal de la Bourne, près d'Alixan (Drôme) notamment.

On pêche communément la Suiffe dans le Rhône, vers Tournon, et nous avons eu l'occasion d'examiner des spécimens qui provenaient de cette localité. Nous pouvons affirmer qu'il s'agit bien encore ici de la Suiffe bouchesse de nos pêcheurs grenoblois. Ce Poisson mesure de 110 à 145 millim. de longueur totale. Les exemplaires de beaucoup les plus nombreux ont une longueur qui oscille peu autour de 135 millim. Aussi prendrons-nous comme type pour notre description un spécimen de cette taille. Le corps paraît en général moins comprimé et moins haut que celui du Blageon. La tête est relativement plus volumineuse, moins effilée, à profils supérieur et infé-

rieur plus convexes que chez le Blageon. La longueur céphalique supérieure est de 19 millim. 5 ; la longueur céphalique latérale, c'est-à-dire mesurée du bout du museau au bord libre de l'opercule, est de 25 millim. La hauteur à l'occiput est de 17 millim. Le museau est plus arrondi que chez le Blageon. Le diamètre de l'œil est de 6 millim. Les écailles latérales médianes sont un peu plus grandes et plus carrées que chez le Blageon. Le tubule des squames latérales est plus allongé que chez le Blageon. Nous avons toujours compté 48 ou 49 squames sur la ligne latérale. Leur surface est à peu près les 4/9 de celle de l'œil. La nageoire dorsale prend naissance, comme chez le Blageon, vers le milieu de la longueur du corps ou légèrement en arrière de ce point. Elle compte le plus souvent 11 rayons, dont 3 simples et 8 divisés. La nageoire anale, un peu plus haute que chez le Blageon, compte 11 ou 12 rayons, dont 3 simples et 8 ou 9 divisés, mais presque toujours 8 divisés. Les nageoires ventrales comptent 9 rayons, dont 2 simples et 7 divisés. Les nageoires pectorales montrent de 14 à 16 rayons, dont 1 simple et 14 ou 15 divisés. La nageoire caudale a ses lobes sensiblement égaux et plus arrondis que chez le Blageon ; chacun de ses lobes compte, comme chez ce dernier, 19 rayons principaux appuyés sur un nombre variable, généralement 6 à 8 rayons plus petits. Le péritoine est ici encore fortement pigmenté. Les vertèbres sont au nombre de 39.

Comparaison des caractères distinctifs du Blageon et de la Suiffe bouchesse.

Nous allons résumer très brièvement dans un court tableau comparatif les caractères distinctifs du Blageon et de la Suiffe bouchesse :

	Blageon	Suiffe bouchesse
Taille	145mm à 185mm	110mm à 145mm
Longueur céphalique supérieure	27mm	19mm5
Longueur céphalique latérale	36mm 1/2	25mm
Hauteur à l'occiput	25mm	17mm
Diamètre de l'œil	9mm	6mm

	Blageon	Suiffe bouchesse
	—	—
Nombre des écailles de la ligne latérale....	55 à 56	48 à 49
Surface d'une écaille de la ligne latérale par rapport à la surface de l'œil..........	1/3	4/9
Rayons de la nageoire dorsale...........	10 = 2s + 8d	11 = 3s + 8d
Rayons de la nageoire anale.............	11 à 13 = 8 + 8 à 10d	11 ou 12 = 3s + 8 ou 9d
Rayons des nageoires ventrales..........	10 = 2s + 8d	9 = 2s + 7d
Rayons des nageoires pectorales.........	15 ou 16 = 1s + 14 ou 15d	14 à 16 = 1s + 13 à 15d
Rayons de la nageoire caudale...........	Même nombre dans les deux cas.	
Nombre des vertèbres..	43	39

CONCLUSIONS

Le simple examen de ce tableau suffit à montrer que :

Le Blageon est plus volumineux que la Suiffe bouchesse :

Il a une tête moins élevée et moins forte que celle de cette dernière ;

Son corps est plus comprimé et plus haut ;

Le nombre des écailles sur la ligne latérale est plus grand que chez la Suiffe (55 ou 56 au lieu de 48 ou 49) ;

Les écailles de la ligne latérale sont plus petites que celles correspondantes de la Suiffe (1/3 de la surface de l'œil au lieu de 4/9 chez cette dernière), ont un contour subcirculaire et non subquadrangulaire comme chez la Suiffe ; elles montrent un tubule beaucoup moins long que celui des squames correspondantes de cette dernière.

Le nombre des rayons et la forme des nageoires présentent aussi des différences sensibles chez nos deux *Squalius* ;

Enfin le nombre des vertèbres est plus grand chez le premier (43) que chez la seconde (39).

L'étude comparative des dents pharyngiennes, si importante pour la systématique des Poissons, ne nous a fourni aucun caractère dis-

tinctif : en effet, les dents pharyngiennes sont toujours au nombre de 7 de chaque côté, à savoir : 5 grandes postérieures légèrement ondulées, parfois dentelées sur le côté inférieur de la couronne, et 2 petites antérieures.

En présence de tels caractères, nous ne croyons pas devoir distinguer spécifiquement le Blageon et la Suiffe bouchesse. Le fait que chez nous le premier se rencontre communément dans le lac d'Annecy et la deuxième dans nos cours d'eau pourrait faire penser à une différence due au régime lacustre d'une part, au régime fluviatile d'autre part. Mais, au cours de pêches dans l'Isère, on a rencontré à Grenoble des *Squalius* qui répondent exactement à la diagnose que je viens de donner du Blageon du lac d'Annecy. Cette première hypothèse doit donc être rejetée.

Comme, à notre connaissance du moins, on ne rencontre pas le Blageon dans les cours d'eau plus méridionaux : la basse Isère, la Bourne, le Rhône au sud de Valence, etc., tandis qu'on pêche communément dans ces mêmes cours d'eau notre Suiffe de l'Isère et du Drac ; comme, d'autre part, ses caractères rappellent beaucoup ceux du *Squalius Savignyi* des lacs et des cours d'eau italiens (lac de Lugano, lac Majeur, le Vedeggio) qui sont à peu près à notre latitude, nous pensons qu'il est plus rationnel d'admettre que le Blageon du lac d'Annecy est bien le *Squalius Agassizii* Heck., tandis que notre Suiffe est le *Squalius Savignyi* Bonaparte, sous-espèce méridionale du *SqualiusAgassazii*. Il est intéressant de noter que, du moins avec les documents que nous avons pu recueillir, Grenoble est le point de l'Isère le plus méridional où se rencontre le *Squalius Agassizii*, sous-espèce septentrionale qui n'y est plus représentée que par quelques rares individus, remplacée plus au sud par sa sous-espèce méridionale qu'on doit donc nommer *Squalius Agassizii* s. sp. *Savignyi* Bonaparte.

Il ne serait donc pas sans intérêt de rechercher cette sous-espèce dans les cours d'eau méridionaux du bassin du Rhône, notamment dans les fleuves et rivières de la Provence, et d'étudier la *Souffia* de Risso dans le Var, l'Argens et autres cours d'eau méridionaux, afin de voir si ce *Squalius* n'est pas identique à notre Suiffe bouchesse.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES RELATIVES A LA REVISION DE LA PORTION N.-W. DE LA FEUILLE DE GRENOBLE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE AU 80.000e [1]

Par M. HITZEL,

Capitaine d'artillerie,
Collaborateur auxiliaire du Service de la Carte géologique de France.

La campagne de 1904 a été consacrée à la revision du quart de feuille de Grenoble N.-W.

Pour faciliter l'exposé des résultats, nous diviserons cette région en quatre parties, savoir :

1° La zone comprise entre la limite N. de la carte et la vallée de La Côte-Saint-André, et limitée à l'Est par le cours de l'Ainan ;

2° La partie de la vallée de La Côte-Saint-André, à l'Est des moraines de Faramans-Thodure ;

3° La région qui s'étend entre le bord Est de la plaine de Bièvre et la plaine de Moirans ;

4° La vallée de l'Ainan.

---

[1] Extrait du *Bull. Serv. Carte géol. de Fr. et Topogr. souterr.*, n° 106, tome XVI (1904-1905). — Ce travail a été fait en grande partie au Laboratoire de géologie de la Faculté des Sciences.

I — RÉGION AU NORD DE LA VALLÉE DE LA COTE-SAINT-ANDRÉ

La région qui confine à la limite nord de la carte, et s'étend depuis Chatonnay jusqu'au lac de Paladru, appartient surtout au bassin de la Bourbre. Son extrémité W. seulement fait partie du bassin secondaire de la Gère, un petit affluent du Rhône. La partie comprise entre Chatonnay et la vallée de Biol ou de l'Hien constitue une région coupée, à sol essentiellement glaciaire, où les moraines, ici accumulées en collines pressées les unes contre les autres, là isolées en mamelons drumliniques, s'étendent au Sud, jusqu'au pied du plateau de Bonnevaux, barrière contre laquelle sont venues s'échouer les vagues morainiques du glacier du Rhône. Beaucoup de ces mamelons présentent un socle de poudingues miocènes.

La partie W. de cette région s'étend jusqu'au défilé de Champier. Les moraines y constituent rarement des vallums réguliers, bien distincts, se poursuivant sur une longue étendue : ceux-ci ne se rencontrent guère qu'au Nord de l'amas glaciaire du Signal de Charpennes (691), sur les confins de la feuille de Chambéry.

La **région de Charpennes** est bien curieuse. A la suite d'une série de moraines disposées dans le sens E.-W. [1], jusqu'à celle de la cote 691, se trouve, à l'Ouest, un groupe de collines de directions concourantes vers la moraine de Charpennes, séparées par des vallonnements. C'est le résultat d'une accumulation morainique formée entre le glacier de Biol et le champ glaciaire d'Éclose, et où le recul de ce dernier semble avoir fait infléchir successivement, de la direction primitive N.-S. à la direction E.-W., les moraines qu'il déposait.

A l'Est du Signal de Charpennes, les versants de la *vallée de Biol* portent les dépôts de la branche de glacier qui l'occupait. Le rebord qui termine la vallée, au Sud, et formait la limite du lit glaciaire, constitue le seuil de Bizonnes. Il semble avoir été excavé par les glaciers, dans les hauteurs qui formaient le prolongement du plateau pliocène de Bonnevaux. Il est occupé, sur une profondeur de 3 kilo-

---

[1] Comme la moraine en *vallum* de la cote 643 (feuille de Chambéry).

mètres, par une série de quatre ou cinq moraines frontales, à formes aplanies, serrées les unes contre les autres, et garnissant la trouée par laquelle le glacier déversait une partie de ses eaux dans la vallée d'Eydoche.

A une certaine époque, l'extrémité du glacier de Biol formait deux lobes, dont celui de l'Est occupait le vallon de Montrevel, et a laissé, entre Vaux et le mamelon 606, un *arc morainique* très bien dessiné qui est coupé par la route de Bourgoin. Les pentes du gradin sont couvertes de cailloux striés et de fragments anguleux de roches cristallines (de micaschistes entre autres), très frais d'aspect.

Vallée de la Bourbre. — La haute vallée de la Bourbre est profondément creusée dans les alluvions anciennes où, à part quelques élargissements, le lit majeur de la rivière n'occupe qu'une faible étendue. Ces alluvions, mélangées de dépôts de pentes, de dépôts torrentiels, et plus ou moins fortement conglomérées à leur partie supérieure, remontent assez haut sur les pentes. Le pied des versants est, en outre, périodiquement garni des cônes de déjection qui se trouvent à l'issue de chaque gorge.

La vallée est encadrée par deux massifs, dont celui de la rive gauche est, en moyenne, le plus élevé. Compris entre les branches des glaciers de Biol et de la Bourbre, il est presque entièrement recouvert de dépôts glaciaires et présente quelques lignes de replats correspondant aux retraits successifs (dans le sens transversal) des glaciers. Ceux-ci ont d'ailleurs, en plusieurs points, décapé jusqu'au substratum les poudingues miocènes, dont les affleurements sont ainsi voisins de dépôts avec cailloux striés (environs de Panissage, vers le N.-W.).

Le massif de droite porte, au pied de son versant W., une bande de dépôts glaciaires avec cailloux striés, qui s'étend depuis Virieu jusqu'à la limite de la carte, et n'est interrompue que par les coupures pratiquées par les ruisseaux torrentiels qui ont raviné les pentes de conglomérats. Sa partie supérieure n'offre de dépôts morainiques à peu près continus qu'à son extrémité N.-E., près de Valencogne, et à l'origine du vallon de ce nom.

L'extrémité du glacier de la Bourbre s'épanouissait autour de la tête de la vallée, et les traces de ses diverses positions sont bien marquées, du côté de l'Est, par une série de moraines situées entre Blaune

et Burcin. De ce même côté, les dépôts glaciaires sont parvenus jusqu'au sommet des collines voisines (Croix de Blaune, 740, au N., Croix du Grand-Futeau, 732, au S.).

Vallée de Commelle-Eydoche. — La première partie de cette vallée s'étend jusque par le travers du défilé de Champier. Elle présente, comme la vallée de La Côte-Saint-André, à Marcilloles, un vallon qui y est emboîté. Le vallon de la Charrière [1], arrosé par le ruisseau des Eydoches, est l'équivalent de *la Valloire*. Il a été creusé dans les alluvions de la terrasse de Sardieux-Commelle, et doit la régularité de son plafond [2] au torrent glaciaire de Champier.

Dans cette vallée, alimentée aux temps glaciaires presque exclusivement par les eaux du glacier du Rhône, les alluvions renferment une quantité de quartzites dont beaucoup possèdent une teinte carmin qui pénètre plus ou moins profondément dans leur masse. Les amphibolites schisteuses y sont très rares et ne se rencontrent généralement qu'à l'issue des vallons transversaux qui découpent le versant de la rive gauche, et des cols par où les ramifications du glacier de la Bièvre ont envoyé leurs déjections. On trouve ainsi des dépôts glaciaires avec amphibolites, près de Saint-Corps, au débouché de la route de La Côte-Saint-André à Champier ; plus à l'W., aux cols de Balbins, d'Ornacieux et à celui entre les collines 503 et 454. Les lobes du glacier ont pu parfois pénétrer dans l'intérieur de la vallée. Toujours est-il que l'on trouve sur le rebord de la terrasse de Commelle, en face de chacun des cols précités, des dépôts d'alluvions avec amphibolites, et même des produits d'un cachet glaciaire plus prononcé, tels que des blocaux et des fragments anguleux de roches amphiboliques et autres. Ce dernier caractère est surtout marqué dans le voisinage de la cote 417, au N. du débouché du col de Balbins. Il semble donc probable qu'il existait, avant le creusement du vallon du ruisseau des Eydoches, des cônes de déjection glaciaires s'appuyant sur la terrasse de Commelle, et dont le sommet se trouvait aux cols susmentionnés.

Dans la région du défilé de Champier, la vallée de Commelle passe

---

[1] Voir la feuille de Saint-Etienne N.-E.

[2] La pente est assez forte et varie de 7 à 12 °/₀₀.

de la direction E.-N.-E. à celle de l'W. à l'E. ; en même temps son plafond devient plus irrégulier et plus incliné. Le nouveau tronçon de vallée forme celle d'*Eydoche* ou de Longechenal. Il a réuni les eaux du glacier de Biol et celles de la partie W. du front du glacier de la vallée supérieure de la Bourbre, et cela, semble-t-il, à l'époque de leur plus grande extension. Sur son flanc droit, on remarque les moraines du seuil de Bizonnes, dont les plus anciennes ont été, lors de glaciations plus récentes, morcelées par les torrents glaciaires. La carte au 80.000e représente assez bien ces ravinements quoique en leur donnant trop de largeur, mais elle n'a pas figuré les détails de l'orographie des tronçons morainiques. Ces derniers sont généralement orientés de l'E. à l'W. Au Sud de ces moraines, les plages de graviers, — en certains endroits, le sol des champs offre l'aspect d'un chemin en rechargement, — constituent un cône de transition qui a dû occuper toute la vallée.

Moraines de Chabons-Burcin. — L'extrémité E. de la vallée d'Eydoche est fermée par les moraines terminales de Chabons [1], provenant de la partie W. du front du glacier de la Bourbre. Ces moraines forment des proéminences peu étendues qui s'élèvent au-dessus des pentes de la rive droite du vallonnement de direction N.-N.-W., marqué par le défilé du Grand-Lemps, le Lac et le vallon suivi par la route de Biol. Cette ligne de moraines paraît une des plus élevées de celles qui entourent la tête de la vallée de la Bourbre. Toutefois, il ne semble pas qu'elle constitue à l'W. la ligne la plus ancienne qui ait été formée. Le glacier a dû s'étendre davantage de ce côté, car il a obstrué par ses moraines l'entrée de deux petits vallons du versant N. des collines situées au S. des Liers. Les dépôts de barrage sont uniquement composés de matériaux empruntés aux conglomérats miocènes. Les moraines de Chabons sont interrompues en plusieurs points, entre autres au passage du chemin du Grand-Lemps à Bizonnes qui est suivi par le tramway de Voiron à Vienne. Plus à l'Est, les mamelons voisins de la station de Chabons portent

[1] Ces moraines et le caractère de *cuvette terminale* (Zungenbecken) de la région comprise entre Chabons et Burcin ont été reconnus par M. Kilian : *Bull. Carte géol. Fr*, n° 85 (campagne de 1901).

également des dépôts glaciaires dont quelques-uns reposent directement sur le conglomérat.

Toute la région qui forme la tête de la vallée de la Bourbre est composée de dépôts glaciaires. Du côté de l'Est, quatre lignes de moraines frontales barrent la vallée. Leur profil est le plus net près du versant N.; il s'affaisse vers le centre de la vallée et s'éteint peu à peu en dessinant une ride aplanie, caractéristique. La ligne morainique la plus avancée est celle du *Calvaire* de Blaune. Elle se compose de deux parties distinctes que sépare le chemin de Burcin à Charavines. Le tronçon N. se présente comme si un mamelon préexistant [1], d'origine non glaciaire, avait été relié aux pentes du versant N. de la vallée par un rempart moins élevé. L'origine glaciaire de ce dernier est certaine. De l'autre côté du chemin, au Sud, et un peu en retraite du calvaire, se trouve une ride morainique, très basse, semblant n'avoir aucune relation avec la moraine Nord.

A l'Est de ces lignes de moraines, la *vallée d'Oyeu*, encombrée de moraines aplanies et de dépôts glaciaires remaniés, s'élargit vers le N.-E. en formant un haut seuil au-dessus du confluent des vallons de Valencogne et de Paladru.

Le glacier de Paladru a occupé la partie Est de la vallée et est peut-être arrivé au contact du glacier de la Bourbre, mais il n'est pas resté de traces de ses moraines frontales. Par contre, il faut lui attribuer les deux moraines latérales qui longent le versant S. de la vallée. C'est d'abord celle de Montfollet, à l'Est, assez mal dessinée, puis la grande moraine d'Oyeu, comprise entre ce village et le hameau de Thivoley. Elle a environ 1,5 kil. de long, est dirigée de l'E. à l'W. et se dédouble vers son extrémité inférieure en deux vallums très rapprochés.

Il semblerait que les deux vallonnements que présente la partie centrale de la vallée d'Oyeu ont été taillés par érosion dans une nappe de dépôts glaciaires qui la comblait. Toutes les dépressions de la vallée convergent vers le défilé de la Bertine, au fond bien nivelé, et qui présente à son débouché dans la Bièvre une vaste plage de déjections.

---

[1] C'est celui qui forme le calvaire.

Vallon de Paladru. — Il constitue une ancienne cuvette excavée par les glaciers dans les poudingues miocènes, et où le lac de Paladru est encaissé entre des pentes raides. On n'y trouve de dépôts glaciaires qu'à une assez grande hauteur au-dessus du lac, sur les replats qui portent les hameaux. Sur la rive droite, et le versant E. de la colline 712-669, appelée *la Montagne*, existe à l'altitude d'environ 600 mètres, le replat glaciaire de Veyssin. Sur la rive gauche, les dépôts morainiques se rencontrent autour de Bilieu, à peu près à la même altitude que sur la rive droite. On ne peut cependant conclure de ces faits que le thalweg actuel du vallon n'a pas servi de lit glaciaire, car les alluvions anciennes des gravières de Volan[1] présentent parfois des cailloux à stries plus ou moins effacées, et, à la limite de la carte, l'église de Montferrat[2] est bâtie sur une moraine très aplanie, mais bien dessinée et peu élevée au-dessus du sol de la vallée sur lequel elle est posée.

Le *vallon de Charavines* présente aussi des dépôts glaciaires sur les pentes de la rive gauche, au N. de Louisias, ainsi qu'entre ce hameau et celui de Clermont. Dans cet intervalle, le chemin côtoie un reste d'ancien lit de torrent glaciaire coulant le long d'une moraine, et à une hauteur d'environ 50 mètres au-dessus du thalweg actuel.

Le massif qui s'étend entre le lac de Paladru et la vallée de l'Ainan a été recouvert par les glaciers, et les mamelons qui le dominent sont généralement des restes de moraines démantelées ou portent des dépôts glaciaires (mamelons 720 et 706[3], près de la route nationale n° 75).

Il ne semble pas que, dans la région comprise entre le lac de Paladru et Voiron, le Glaciaire ait atteint l'altitude de 800 mètres. Les hauteurs s'y élèvent jusqu'à près de 850 mètres, et les surfaces culminantes comprises entre les niveaux de 800 à 850 mètres et les pentes situées dans leur voisinage immédiat sont généralement couvertes d'alluvions très altérées, de teinte jaune, et parfois limoneuses. Dans ces conditions, et lorsque les graviers de quartzites n'existent qu'en

---

[1] A 1,5 kil. en amont du lac.

[2] L'existence de dépôts glaciaires à Montferrat a été signalée par M. Kilian : *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 80 (campagne de 1900), p. 91.

[3] Aux Banchets, le talus de la route nationale entame un dépôt de Glaciaire superbe.

faible quantité, le classement des alluvions est douteux. Elles pourraient, en effet, provenir de dépôts glaciaires très anciens, complètement décomposés, et il serait très difficile d'en décider avec certitude, car, dans la région, l'indice conducteur fourni par la présence des amphibolites manque, et les dépôts glaciaires paraissent souvent formés uniquement aux dépens des poudingues miocènes.

II — VALLÉE DE LA COTE-SAINT-ANDRÉ

(Plaine de Bièvre)

On sait que la vallée de La Côte-Saint-André [1] ouvre une large communication transversale entre les vallées de l'Isère et du Rhône. Elle est creusée dans les poudingues miocènes. Elle est orientée de l'E. à l'W., et barrée en son milieu, entre Faramans et Thodure et au débouché de la vallée de Commelle, par un cordon de moraines, les plus avancées et les plus anciennes de cette région. Elle se creuse profondément, près de ces mêmes moraines, d'un vallon central dénommé *la Valloire*. La partie de la vallée située à l'E. de ces moraines est spécialement désignée du nom de *Plaine de Bièvre*, c'est celle qui figure sur la feuille de Grenoble et dont il sera question dans cette note.

Glaciation de Faramans-Thodure. — L'étude de la vallée de La Côte nous a conduit à empiéter sur la région de la feuille de Saint-Étienne qui porte les *moraines terminales* de Faramans-Thodure [2]. La partie de ces moraines située sur la rive gauche de la Valloire, entre Beaufort et Thodure, forme trois bourrelets bien distincts, séparés par des vallonnements. La trace de trois ondulations

---

[1] Les relations de position et d'âge des alluvions fluviales et fluvio-glaciaires de cette vallée avec celles des environs de Lyon et celles de la vallée inférieure de l'Isère ont été étudiées par MM. Depéret et Kilian. Voir *Bull. Carte géol. Fr.*, nº 53 (campagne de 1895), p. 115-6, ainsi que les *Notices explicatives* des feuilles ci-après : Lyon, Saint-Étienne et Valence.

[2] Elles ont été reconnues par Ch. Lory [*Description géol. du Dauphiné*, 3e partie (janvier 1864), p. 683].

du sol est encore assez nette depuis la rive droite de la Valloire jusqu'à Pajay. Mais, à partir de ce village et jusqu'à Faramans, au N., les moraines sont amoncelées les unes sur les autres et ne constituent qu'un massif, celui du *Bois Dantimont*.

Les restes du lit glaciaire occupé dans la vallée par le glacier de la Bièvre, lors de la glaciation de Faramans-Thodure, sont constitués à l'origine et en amont de la Valloire, par la terrasse de *Sardieux-Les Feuges*, au N., sur la rive droite, et celle de *Saint-Siméon-de-Bressieux*, au S. et sur la rive gauche. La première de ces terrasses se prolonge vers le N.-E., dans la vallée de Commelle, au pied du plateau pliocène de Bonnevaux, jusqu'aux abords du défilé de Champier et, en aval, vers l'W. et le Rhône, par la terrasse de *Jarcieux*. Sur la rive gauche de la Valloire, la terrasse de Thodure-Marcollin porte les moraines de Beaufort-Thodure.

La terrasse de Sardieux-Les Feuges a été ultérieurement, et lors d'une glaciation plus récente, coupée en amont des moraines, par les eaux provenant de la vallée de Commelle et d'un émissaire du glacier d'Éclose. Cette coupure constitue le vallon des Burettes, dont le plafond, d'un côté débouche en aval, de niveau avec la plaine, à Marcilloles, et de l'autre, se prolonge régulièrement en amont dans le défilé de Champier, jusqu'aux basses moraines qui le ferment et enserraient une protubérance du glacier d'Éclose. Dans cette partie du glacier les eaux superficielles s'écoulaient vers le S. et se mêlaient à celles du glacier de la Bièvre, tandis que les eaux sous-glaciaires revenaient vers le N. et la région centrale du glacier de la Bourbre.

Le socle des terrasses situées de part et d'autre de la Valloire est constitué par des alluvions *préglaciaires*[1], exclusivement composées d'éléments provenant des conglomérats miocènes, et souvent fortement cimentées par des infiltrations calcaires. Il en est probablement de même du soubassement de la terrasse de Saint-Siméon-de-Bressieux ; toutefois, près de Viriville, à l'E. de l'église, les alluvions reposent sur la molasse sableuse.

La surface des terrasses est rarement caillouteuse : elle est généra-

---

[1] Voir *Notice explicative* de la feuille de Grenoble. Ch. Lory admettait déjà, en 1864, que la vallée de la Côte avait été remplie d'alluvions anciennes, *ante-glaciaires* (*Loc. cit.*, p. 682).

lement recouverte d'une couche plus ou moins épaisse d'un limon [1] argileux, de teinte beige. non mélangé de graviers, et qui est exploité par les tuileries. Ce dépôt ne renferme pas de coquilles, mais nous croyons que, par analogie de position avec le *löss*, il doit, pour l'âge, être assimilé à cette formation. Nous l'avons nommé *limon lössoïde*. Il se trouve sur la terrasse en aval des moraines de Faramans-Pajay, jusqu'au bord du ravin du Suzon, et s'étend au N. sur la terrasse de Commelle. Sur la rive gauche de la Valloire, il occupe la terrasse de Marcollin jusqu'au pied des contreforts du plateau de Chambarand. Il recouvre également la terrasse de Saint-Siméon-de-Bressieux. Nous avons pu vérifier, en un point [2] de cette terrasse, que le limon recouvrait des matériaux d'origine glaciaire très altérés.

Les *moraines latérales* de la période d'extension maxima de la glaciation de Faramans-Thodure se trouvent. pour la rive droite du glacier, sur le faîte des collines d'Apprieu-Faramans qui, au N., séparent la vallée de La Côte-Saint-André de celle de Commelle-Eydoche-Oyeu, et pour la rive gauche, sur les flancs des promontoires en bordure du plateau de Chambarand. Le faîte de ces collines présente ainsi une zone presque continue de dépôts glaciaires (avec amphibolites et cailloux striés) entre les cotes 582, au N. de Saint-Hilaire-de-la-Côte, et 571, au N. de Gillonnay. A l'W. du col de Balbins (444 m.), les mamelons allongés, cotés 628 et 503, sont à peu près complètement recouverts de dépôts morainiques. A l'E. du défilé du Grand-Lemps, les croupes voisines de la Croix du Grand-Futeau (732) sont formées de dépôts glaciaires. Le défilé lui-même en est tapissé sur son flanc E. La gorge entre Contamine et Oyeu est remplie de leur mélange avec des alluvions.

---

[1] M. Kilian avait déjà indiqué la présence d'une « épaisse couche de limon (loess ?) qui recouvre la *haute terrasse* pléistocène entre Faramans et Pisieu ». *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 98 (campagne de 1903).

[2] Il est situé à environ 1 kilomètre à l'W. de Saint-Siméon-de-Bressieux, au croisement de la partie rectiligne, de direction S.-N., du chemin marqué par la lettre *m* des mots « Saint-Siméon », avec un chemin transversal, de direction E.-N.-E., qui coupe les lettres *St* et *S* des mêmes mots. Le sol, entamé sur une profondeur de 1 m. 70, offre une épaisseur variable de limon empâtant ou recouvrant des fragments de roche anguleux (amphibolites et autres). Près du même endroit, nous avons trouvé, à la surface du sol, des cailloux striés.

Les pentes du versant N. des collines d'Apprieu-Faramans semblent, au moins pour la partie centrale, entre Longechenal, le Mottier et Saint-Corps, à peu près exemptes de dépôts erratiques provenant du glacier de l'Isère, et même des branches secondaires poussées par le glacier du Rhône dans les régions qui s'étendaient sur son flanc gauche (S.). Cependant, il est intéressant de signaler dans les collines au N. du Grand-Lemps, le vallon barré renfermant le laquet 587. Il porte à son origine S. des dépôts glaciaires avec amphibolites, évidemment amenés par le glacier de la Bièvre, tandis que le barrage à l'extrémité N. de l'étang est, ainsi que nous l'avons déjà dit, formé de dépôts glaciaires exclusivement composés d'éléments des poudingues miocènes amoncelés par le glacier de la Bourbre. Il semble donc très probable que le faîte des collines d'Apprieu-Faramans ait marqué, du côté du N., la limite d'extension latérale du glacier de la Bièvre.

Les contreforts qui bordent, au Sud, la terrasse de Saint-Siméon-de-Bressieux sont couverts de dépôts glaciaires plus ou moins remaniés et mêlés de cailloutis quartzeux ou des éléments du conglomérat miocène. Ils constituent, près de Viriville, la couverture du mamelon 413 et le pied des premières pentes qui remontent vers le plateau de Chambarand. Plus à l'Est, on les trouve, à l'Est de l'église de Chatenay, formant la moraine aplanie de Mont-Joyeux, — puis, mélangés aux cailloutis quartzitiques, sur la croupe 520, au Sud de Saint-Siméon-de-Bressieux. Un replat situé au Nord du mamelon 494, au bord de la route de Roybon à La Côte-Saint-André, en est formé sur une hauteur de 10 mètres. Près et à l'Est du même endroit, un curieux mamelon morainique, isolé, s'élève au-dessus d'un replat alluvial.

Les hauteurs formant le versant Sud du vallon de la Combe de Bos, du Vernay et la Combe de Vaux ont limité l'extension glaciaire au pied du plateau de Chambarand.

A la même époque doit se rapporter un superbe vallum morainique qui, à l'extrémité Est du versant Sud de la Bièvre, se détache à mi-hauteur des flancs de la *Montagne de Parménie* (734-650). Il mesure près de 2 kilomètres de long et laisse un vallonnement entre lui et les pentes de la montagne. Deux gradins d'origine glaciaire, plus anciens que le vallum, s'appuient sur le versant, et le plus élevé arrive à une altitude sensiblement égale à celle de la grande moraine. Cet ensemble est situé à une certaine hauteur au-dessus de la plaine

de Bièvre, et paraît reposer sur un prolongement de la petite terrasse qui porte le village d'Izeaux.

Replats de La Frette-Gillonnay. — La *décrue* de la glaciation de Faramans-Thodure et la retraite consécutive du glacier dans la vallée de La Côte-Saint-André ont amené le dépôt de moraines plus ou moins épaisses sur les pentes du versant Sud des collines d'Apprieu-Faramans. Parmi ces dépôts, on ne peut guère différencier que ceux qui constituent ou sont seulement situés sur un replat qui se poursuit assez régulièrement de l'Est à l'Ouest, tout le long du versant à partir de La Frette, et qui porte successivement le château et l'église de La Frette, le hameau du Plantier, les villages de Saint-Hilaire-de-la-Côte, de Gillonnay, etc. On peut les considérer comme appartenant à un stade dit des *replats de La Frette-Gillonnay*.

Moraines de La Frette-La Côte-Saint-André[1]. — Outre les moraines latérales dont nous venons de parler, il existe, entre La Frette et La Côte-Saint-André, à environ 1 kil. au Sud du pied des collines où ces localités sont adossées, une zone de hauteurs irrégulières (20 à 30 m.), dont la largeur varie d'environ 1,2 kil. à l'Est, jusqu'à 600 m., près de La Côte-Saint-André. On n'y distingue aucun vallum particulier. Le sol y est parfois caillouteux et avec des fragments anguleux de roches cristallines, mais il est généralement recouvert, surtout dans la partie Est, d'une couche de *limon lössoïde*. Sur le versant Sud, plusieurs gravières contiennent des cailloux striés et offrent le facies caractéristique de la structure glaciaire. La bande morainique s'arrête à hauteur de La Frette, près du lit, bien dessiné, d'un cours d'eau issu du défilé du Grand-Lemps. Ce lit est lui-même creusé au bord d'une vaste plage de déjections dont le torrent générateur a, très probablement, déblayé la partie des moraines qui prolongeait vers l'Est la zone morainique encore existante.

Ces moraines, que nous appellerons *moraines latérales de La Frette-*

---

[1] Elles ont été découvertes par nous et décrites dans une note intitulée *Topographie glaciaire de la haute vallée de La Côte-Saint-André (Isère)*, qui a été présentée au Congrès de Grenoble (1904) de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

La Côte-Saint-André, semblent pouvoir être considérées comme s'appuyant, par leur bord externe (N.), sur un reste de la terrasse de Sardieux, tandis que leur bord interne (S.) repose sur le sol de la plaine de Bièvre. Entre elles et le pied des collines s'étendait un cours d'eau venu probablement du défilé du Grand-Lemps ou de celui de la Bertine, et qui ne charriait que des éléments empruntés aux poudingues miocènes.

La faible hauteur relative, mais surtout le rapprochement du bord interne de la zone morainique de l'axe de la vallée, indique un amoindrissement considérable du glacier de la Bièvre, par rapport à celui qui, lors du dépôt des moraines de Faramans-Thodure, remplissait toute la vallée. Cependant la largeur de la bande morainique semble en même temps supposer une longue période de stationnement. Le glacier de la Bièvre aurait donc, d'après la hauteur des moraines latérales précitées, été réduit à une mince langue de glace de 30 à 40 m. d'épaisseur, et cela pendant un laps de temps prolongé.

Par leur position, les moraines de La Frette-La Côte-Saint-André sembleraient appartenir à une époque intermédiaire entre les glaciations de Faramans-Thodure et de Miplaine-Rives, mais l'état de faiblesse du glacier qu'elles paraissent révéler est difficile à concilier avec le front relativement étendu que semblait occuper le glacier de l'Isère durant les stades de cette dernière glaciation, à moins que cette extension ne fût un effet de la dilatation qu'éprouve souvent l'extrémité du tronc glaciaire lorsqu'elle débouche sur un espace où elle peut se développer librement.

Glaciation de Miplaine-Rives. — A l'Est des moraines de Faramans-Thodure, la limite de front glaciaire[1] la plus rapprochée se

---

[1] Nous appelons *limite de lit* (ou, s'il y a lieu, de *front) glaciaire*, la ligne déterminée par les accidents topographiques qui jalonnent le bord du lit du glacier.

Quoique ce soit généralement sous la forme *collinaire* que l'on se représente les formes de terrain qui bornent les lits glaciaires, il ne faut point compter trouver, pour les anciennes glaciations, des remparts continus et à profil toujours régulier. Les vallums de ce genre sont des exceptions et ne se rencontrent guère que parmi les moraines les plus récentes.

Les lignes de moraines anciennes ou, plus généralement, les *limites de lit glaciaire* sont formées ou de tronçons de collines ou de mamelons se succédant plus ou moins

trouve à 23 kil. en amont. C'est le rebord de *Miplaine* qui appartient au système des moraines de Miplaine-Rives (station).

Les moraines les plus rapprochées de la station de Rives ont été étudiées par MM. Depéret et Kilian [1]. Le premier de ces savants géologues les envisage comme des moraines de retrait appartenant à la phase de décrue de la glaciation de Faramans-Thodure. M. Kilian s'est prononcé, en 1902 [2], pour l'hypothèse d'une glaciation séparée. M. Penck, l'éminent glacialiste viennois, qui a visité la région en 1902, les rapporte également à une glaciation distincte [3]. Sans nous prononcer définitivement à ce sujet, nous considérons comme faisant partie d'une même glaciation les différentes limites de lit glaciaire qui existent dans la Bièvre, entre Miplaine à l'Ouest et la station de Rives à l'Est. Elles sont au nombre de quatre, et nous les avons désignées des noms ci-après : Miplaine, les Blaches, Beaucroissant-Saint-Blaise-de-Buis et Beaucroissant Est [4].

Nous donnons ci-dessous quelques détails sur chacune des lignes de moraines qui composent l'ensemble de la glaciation.

Le rebord-limite de lit glaciaire de *Miplaine* commence à environ 800 m. au Nord de la station d'Izeaux. Il se tient constamment au niveau de la plaine qui lui succède à l'Ouest. Il est surmonté, à la cote 476 de la carte, d'un mamelon pareil à un tumulus, et qui domine les alentours de 30 m. Nous y avons trouvé des cailloux à stries atténuées. Cette éminence constitue l'unique élévation de terrain qui se trouve sur cette ligne. Le relief du rebord commence à dimi-

---

régulièrement, ou de simples rebords, pareils à une berge de cours d'eau, ou d'une succession de ces deux formes de terrain.

Lorsqu'à la suite de faibles oscillations du glacier, plusieurs moraines sont accolées ou déposées le long d'un versant, elles présentent encore l'aspect de gradins étroits, d'altitude décroissante, et qui interrompent la continuité de la pente.

[1] *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 59 (campagne de 1896), p. 134.

[2] *M. Rec.*, n° 85 (campagne de 1901).

[3] Penck et Brückner, *Die Alpen in Eiszeitalter*, fasc. 6 (1904), p. 651.

[4] Dans cette énumération ne figure pas le *rebord de lit glaciaire d'Apprieu*, à cause de sa situation excentrique par rapport au groupe de lignes de moraines mentionnées. Il se rangerait entre les stades de Miplaine et des Blaches. Il est constitué par un talus atteignant jusqu'à 8-10 m. de haut, et dans lequel se trouve à un emplacement correspondant sur la carte, au Sud de la lettre *a* de « Planche... », un amas de gros blocs erratiques, anguleux, semblant formés de grès houillers.

nuer à environ 2 kil. au Nord du mamelon 476 et disparaît au voisinage de la cote 475.

La limite de lit glaciaire des *Blaches* est située à 2 kil. à l'Est de celle de Miplaine. Elle débute, au Sud, près du hameau du Bain, par un rebord continu suivi, au Nord des Blaches, par un vallum d'environ 1,2 kil. de long et légèrement déprimé au centre. C'est la partie représentée sur la carte par deux mamelons voisins. Cette moraine se termine à la cote 459, où elle est remplacée par un rebord qui se dirige vers le N.-E. et finit près du Rivier d'Apprieu.

La ligne de moraines de *Beaucroissant-Saint-Blaise-de-Buis* est celle dont le relief se maintient le mieux. Elle naît au pied de l'extrémité E. de la Montagne de Parménie (754), dans une région de moraines accumulées. Elle est interrompue sur une longueur de 700 m., depuis le village de Beaucroissant jusqu'à la route de Paris, et forme ensuite une colline plus ou moins surbaissée, souvent boisée, qui se termine à Courbatière. Elle semble se prolonger sur la rive gauche, au-dessus du vallon de la Fures, par la moraine de Saint-Blaise-de-Buis, formant un vallum continu d'environ 3 kil. de long.

La moraine de *Beaucroissant Est*, la dernière de la série, ne marque pas la fin des dépôts glaciaires à l'Ouest de la terrasse de Rives (station), mais le dernier vallum qu'on puisse suivre jusqu'à ce qu'il s'éteigne dans la zone morainique, confuse, ou aplanie en terrasse, qui s'étend jusqu'au bord de la voie ferrée. Elle est bien dessinée, par une courbe assez régulière, d'une longueur d'à peu près 3 kil.

III — RÉGION ENTRE RIVES ET MOIRANS [1]

Elle s'abaisse par gradins irréguliers depuis la terrasse de la station de Rives (408) jusqu'à la plaine de Moirans. La différence de niveau [2] est d'environ 200 m., et la pente moyenne de l'abaissement du sol,

---

[1] M. Kilian a spécialement étudié, quant à leur sériation en différents niveaux, les terrasses pléistocènes qui constituent cette région. Voir *Bull. Carte géol. Fr.*, nº 85 (campagne de 1901).

[2] Bord de la terrasse, cote 408; point 204, sur la route de Vourey, à 1 kilomètre à l'W. de Moirans.

sur une direction W.-S.-W., à peu près normale à celle des gradins, est d'environ 40 ‰.

Le sol y est couvert d'alluvions fluvio-glaciaires et de dépôts glaciaires reposant sur un socle de poudingues miocènes. La région a été découpée par des vallonnements, orientés sensiblement dans la direction moyenne S. W.-N. E., comme les lignes de moraines qui la parcourent. Ces vallons sont le résultat du drainage périphérique des eaux glaciaires. Ils sont creusés profondément dans la masse des alluvions, et parfois même le substratum miocène a été entamé par le ruisseau sur une épaisseur assez considérable, comme dans la partie inférieure du vallon de la Fures.

Les dépôts glaciaires ont été souvent plus ou moins remaniés, de manière à ne plus offrir que des formes surbaissées, et dont les couches superficielles offrent alors un facies fluvial, mais on retrouve généralement à une faible profondeur le cachet glaciaire et des cailloux striés. En d'autres endroits, la forme de vallum a été conservée et se prolonge sur une assez grande étendue.

Les moraines orographiques les mieux dessinées sont celles du plateau de Charnècles : l'une est située en dehors et à l'Ouest du village, l'autre se trouve dans l'intérieur de celui-ci et porte l'église. La première peut se suivre sur une longueur d'environ 5 kil.

Le replat morainique (320-321) [1] qui fait suite, à l'Est, au plateau de Charnècles en est séparé par un ravin assez profond qui semble aussi avoir reçu, par le Nord, les eaux du glacier de l'Ainan [2]. Le gradin est peu large, et sa surface, presque entièrement recouverte de dépôts glaciaires, forme une série de mamelons irréguliers. On y trouve des blocs anguleux, retirés du sol, et des cailloux striés. Il s'élève doucement vers le Nord-Est où il constitue, au Sud de Voiron, le petit plateau incliné de Criel (340 m.), qui porte à l'Ouest une série de vallums affaissés plus ou moins nets et continus. On pourrait le dénommer *terrasse de Criel (Voiron)*.

A l'E. du replat précédent se trouve la terrasse de *Mangua-Plan*

---

[1] Nous admettons pour cette terrasse les cotes 321, 320, portées sur la carte au 80.000e. Elles semblent bien correspondre à sa hauteur relative, si la cote 294 se rapporte à la route, au passage du ravin, près la Fange.

[2] Voir la p. 325.

Menu (298-306)[1]. Elle est bien régulière comme niveau et s'effile en pointe vers le N.-E., le long des pentes descendant de la terrasse de Criel et au-dessus de Paviot. Son rebord domine la rive droite du vallon de la Morge, depuis Moirans jusqu'à Paviot, point à partir duquel il est remplacé par le rebord de la terrasse de Criel.

La terrasse de *Mangua* se continue vers le N.-E., sur la rive gauche du vallon de la Morge, par la terrasse de *Plan-Menu* (306), qui lui fait suite naturellement par la gradation de l'altitude, mais qui est inclinée vers le N. La direction de cette pente est logique, car le rebord S. de la terrasse est couronné d'une ligne de moraines en mamelons, dirigée de l'E. à l'W. Il présente aussi, au-dessus de la bifurcation du chemin de La Buisse à Saint-Jean-de-Moirans, des traces de placage glaciaire et des blocs anguleux dans son talus. Ce rebord constituait une partie du front de l'hémicycle qu'occupait le lobe glaciaire de Moirans à l'issue de la cluse de Voreppe, et dont les eaux s'écoulant vers le N. passaient par Voiron, la dépression suivie par la voie du tramway de Charavines, et revenaient vers le S.-W., par le ravin de la Fange.

La terrasse de Plan-Menu se termine au pied du rebord du Barrio. Sa composition, dans cette partie, peut être étudiée à l'emplacement marqué sur la Carte par le mot *le* de « le Guillon », où une grande gravière, établie entre la bifurcation de deux chemins, fournit une coupe très intéressante. Elle comprend, sur une hauteur de 6-8 mètres, des alluvions fluviales, inclinées vers le N.-N.-E.[2], et recouvertes d'une couche de graviers horizontaux d'environ 2 mètres de haut. C'est une formation de delta torrentiel effectuée en eau tranquille, probablement un lac temporaire causé par un barrage morainique. Ces dépôts se sont opérés avant le creusement du vallon actuel de la Morge, car cette coupure a été pratiquée dans l'épaisseur de la terrasse de Mangua, dont il est resté une faible bande, un peu dénivelée, sur la rive gauche de la rivière : c'est la partie qui est située au S.-W. du chemin de Saix à Saint-Jean-de-Moirans, et qui domine l'étroite terrasse sur laquelle se trouve ce village.

---

[1] C'est la terrasse de « Mangua-le Guillon », de M. Kilian (*Bull. Carte géol. Fr.*, n° 85).

[2] Elles ont dans ce plan une inclinaison d'environ 35°.

La terrasse de Mangua se continue vers le S.-W. jusqu'à Vourey. Elle offre aussi, du côté de Moirans, des traces de l'action glaciaire. Ainsi le mamelon « Petit-Champ » qui domine la route de Vourey, près de la cote 204, présente des blocaux et des fragments de roches anguleux. Un dépôt avec cailloux striés s'observe au bord de la route de Moirans à Rives.

IV — VALLÉE DE L'AINAN (Cours supérieur)

La vallée de l'Ainan est encadrée par des versants à pentes raides où les conglomérats miocènes affleurent souvent jusqu'au pied. Son plafond, dans la section comprise entre Massieu et Chirens, est formé d'alluvions modernes avec dépôts de tourbe ; mais il présente dans la partie située en amont (S.) de Chirens, un reste du comblement glaciaire qui jadis le constituait, et a été depuis déblayé par les cours d'eau modernes. Le lit glaciaire est à un niveau supérieur à celui des alluvions récentes qui lui succèdent, et en est séparé par un rebord peu élevé, mais bien net, situé près du Gayet. Le sol y renferme une grande quantité de blocs anguleux de schistes cristallins, de grès houillers, etc., ainsi qu'on peut le voir en remontant le vallon jusqu'au Rousset. En cet endroit, un rebord élevé, couronné de mamelons morainiques, barre la vallée, qui se détourne vers l'E., et par Saint-Nicolas-de-Macherin et Saint-Étienne-de-Crossey, tombe enfin dans le domaine hydrographique de l'Isère. La tête de la vallée de l'Ainan est donc à double issue. La branche directe de la vallée est complètement fermée par le barrage du Rousset, mais la branche E., quoique encombrée de dépôts glaciaires, est bien ouverte et ne présente aucun reste de moraine frontale.

La vallée de l'Ainan, ainsi que toute la région située au N. de la vallée de La Côte-Saint-André, appartenait, pour le régime glaciaire, au système rhodanien. Le glacier qui l'occupait a envoyé des digitations dans tous les vallons latéraux, et a laissé, surtout vers l'extrémité S. de la vallée, de nombreux dépôts, parmi lesquels les moraines du Rousset sont les plus importants par le rôle qu'elles ont joué dans l'évolution de la vallée.

Moraines du Rousset.— Elles constituent, au milieu du tronçon

de direction S.-S.-E. formé par la dernière section de la vallée, un barrage transversal qui relie les pentes de poudingues miocènes du Signal de Bavonne (847) et de la colline 675. Leur base a une largeur d'environ 800 mètres, et leur relief est de 40 à 50 mètres. On ne peut les résoudre en vallums particuliers. Leur faîte est constitué par quelques mamelons isolés, de hauteur inégale, mais dont le point culminant atteint l'altitude de 550 mètres, et qui s'élèvent au-dessus d'un socle ondulé. Leur rebord interne (N.) consiste en une pente boisée, très raide, sur laquelle pointent de nombreux blocs erratiques[1]. Leur rebord externe (S.) est cultivé. Elles se relient, à l'E., à une moraine latérale un peu plus élevée, formant d'abord un vallum indépendant, et qui, plus au S. et jusqu'au hameau de Lieure, se transforme en replat morainique qui s'appuie sur les pentes inférieures de la colline 675. Un petit vallon sépare cette moraine d'une moraine latérale plus ancienne qui s'attache à l'extrémité N. de la colline précitée.

Les dépôts qui constituent cet ensemble morainique sont remarquables par la grande quantité de roches de teinte grise qu'elles renferment : les schistes micacés ou séricileux, les schistes lustrés et les grès fins, houillers y dominent. Enfin, au S. du rebord interne se trouve une légère dépression d'où l'on retire une argile impure qui est exploitée par une tuilerie.

Les moraines du Rousset, par leur situation en retraite par rapport aux moraines latérales de Lieure où la composition de l'Erratique est la même, ne peuvent être les moraines frontales, les plus anciennes, homologues de celles de Faramans-Thodure, que le glacier de l'Ainan ait poussées vers la vallée de l'Isère. L'absence de couverture de *limon lössoïde* vient corroborer cette assertion. Par l'état de fraîcheur relative et la grande quantité de fragments anguleux de schistes cristallins qu'elles contiennent, elles doivent correspondre aux moraines les plus internes du seuil de Bizonnes (moraine 523, au N.-W. de Bizonnes, hémicycle morainique de Vaux). Elles ne se rapportent donc pas, ainsi que pourrait le suggérer leur situation culminante et

---

[1] Nous avons mesuré un bloc de roche amphibolique, de forme irrégulière, ayant 5,6 mètres de long sur 3,20 mètres de large et 3 mètres de haut, et atteignant un volume d'au moins 10 à 15 mètres cubes.

isolée, à la glaciation de Faramans-Thodure, mais à celle de Miplaine-Rives (station).

Les moraines antérieures à celles du Rousset, et correspondant probablement à la glaciation de Faramans-Thodure, doivent être cherchées, à 2 kilomètres plus au S., dans les dépôts glaciaires à surface remaniée et aplanie qui constituent le substratum de la terrasse des Marteaux. On peut les étudier dans les gravelières qui entament le bord de la terrasse, au lieu dit *les Sablières* [1]. Il faut commencer cette étude par le N., partie où la structure glaciaire, irrégulière, avec blocs erratiques et amas de sable, est typique. Elles renferment une quantité de blocs anguleux de roches d'un vert clair et de schistes cristallins semblant inconnus dans les dépôts erratiques du glacier de l'Isère. Les éléments anguleux, menus, y sont relativement rares, les graviers arrondis y dominent, et le facies du dépôt correspond plutôt, par l'absence d'éléments provenant de moraines superficielles, à celui qu'on observe généralement dans les moraines les plus anciennes. On remarquera également que leur partie supérieure a été arasée par les graviers d'une couche à stratification fluviale dont les éléments sont fortement brunis et altérés. Par contre, l'exploitation située à l'extrémité S. de la terrasse ne présente plus que des graviers et du sable. Dans l'ensemble des gravelières, la disposition des lits et leur pendage (S. à S.-S.-E.) indiquent l'action de courants venus des moraines du Rousset et du vallon d'Orgeoise.

L'Ainan, affluent de l'Isère. — L'assimilation des moraines du Rousset à celles du système de Miplaine-Rives répond assez bien aux conditions d'altitude des régions avoisinantes. En effet, à l'extrémité N.-E. de la plaine de Bièvre, la terrasse [2] de Plombois qui forme *seuil* entre cette plaine et la vallée de l'Ainan qu'elle domine de 120 mètres au-dessus de Chirens, a aussi servi de déversoir à un lobe du glacier de cette vallée. Elle est cotée 499 mètres, près d'Apprieu, et a depuis été sciée par la Fures, l'émissaire du lac de Paladru, sur

---

[1] Au N. du faubourg Sermorens, à Voiron.

[2] Elle est, en réalité, composée de Glaciaire, remanié et aplani, ainsi qu'on peut le vérifier sur la rive droite de la Fures, dans la tranchée creusée pour la voie du tramway, près du bord S. de la grande route, vers Apprieu.

une profondeur de 50 à 60 mètres[1]. Elle est bordée, sur la rive gauche de cette coupure, par une série de mamelons morainiques. D'autre part, le lit glaciaire de l'Ainan, dans sa partie supérieure où il est quasi-horizontal, est coté 498. Sans attacher plus d'importance qu'il ne convient à la concordance de ces cotes, elle prouve l'existence d'une certaine parité de niveau entre la plaine de Bièvre et la vallée de l'Ainan durant la période de dépôt des moraines précitées. On peut donc admettre leur contemporanéité, et qu'à cette époque les eaux du glacier de l'Ainan se déversaient en partie dans la plaine de Bièvre et dans la vallée de l'Isère.

D'un autre côté, aucune observation ne nous permet de penser que les dépôts glaciaires des moraines du Rousset masquent un socle rocheux, comme c'est le cas pour la tête des vallées de la Bourbre et de Biol. La vallée de l'Ainan était donc largement ouverte (1 kil.), et devait, avant la glaciation qui a produit son barrage, déboucher dans la vallée de l'Isère. L'Ainan devait être un *affluent de l'Isère.*

Durant la même glaciation du Rousset, les eaux glaciaires s'écoulaient encore à l'E. par le vallon d'Orgeoise et celui de Saint-Nicolas-de-Macherin qui, probablement, n'était alors qu'un petit vallon latéral, mais dont la glaciation a beaucoup élargi la section et rasé le col qui le séparait du bassin de l'Isère. Plus tard, lorsqu'à la suite de la décrue du glacier, auteur du barrage, l'issue primitive de la vallée, par Voiron, a été fermée aux eaux glaciaires, elles se sont écoulées par le vallon de Saint-Nicolas-de-Macherin et en ont balayé la moraine frontale qui pouvait l'obstruer. L'Ainan avait changé de débouché et s'écoulait dorénavant par la région de Saint-Étienne-de-Crossey et Coublevie. Cet état de choses a duré jusqu'à ce que l'érosion glaciaire, déterminée par une nouvelle glaciation, ou l'érosion subaérienne, ou l'érosion régressive d'un affluent du Rhône, eussent abaissé le seuil qui séparait la partie N. de la vallée de l'Ainan du bassin de ce fleuve, et, par la capture de la rivière, amené l'inversion de cours qu'elle présente aujourd'hui.

---

[1] Dans le vallon de Paladru, où le sol au niveau du lac est aujourd'hui à la cote 500 (494 m.), il faut admettre un relèvement probable d'environ 50 à 60 mètres, égal à la différence de niveau dont la Fures qui devait couler sur la terrasse 499, s'est enfoncée depuis jusqu'à Bonpertuis (444 m.).

Le fait que tous les vallons latéraux qui s'ouvrent sur la rive gauche de l'Ainan sont dirigés et inclinés du N. au S. et en sens contraire de l'écoulement de la rivière vers le Rhône, peut encore être allégué en faveur de notre thèse. Elle n'est d'ailleurs qu'une application concrète, fondée sur l'étude du terrain, de l'hypothèse, faite depuis bien longtemps déjà par Ch. Lory [1] au sujet de l'origine des vallées des Terres froides.

---

[1] *Description géologique du Dauphiné*, 3e partie (janvier 1864), p. 662.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES EXÉCUTÉES EN 1903

POUR SERVIR A LA

REVISION DES FEUILLES DE VIZILLE ET GRENOBLE

AU 80.000e

(ET D'UNE PARTIE DE LA PORTION EST DE LA FEUILLE VALENCE)

Pour les terrasses et les dépôts pléistocènes de l'Isère

Par M. HITZEL,

Capitaine d'artillerie,

Collaborateur auxiliaire du Service de la Carte géologique de France.

La campagne de 1903 a été consacrée :

1° A l'étude du petit massif molassique de Meymans-Saillans, qui sépare la vallée d'Hostun du Valentinois et à quelques recherches complémentaires dans cette même vallée;

2° A l'exploration de la partie du Valentinois située au Nord du parallèle de Valence.

L'étude du Valentinois, c'est-à-dire de la partie inférieure du bassin de l'Isère, doit compléter celle que nous avions commencée, en 1902, sur le Pléistocène et le Tertiaire de la vallée de l'Isère moyenne;

3° A la recherche du Glaciaire dans les environs de Grenoble (massif de la Grande-Chartreuse).

REVISION DES FEUILLES DE VIZILLE ET (PARTIELLEMENT) DE VALENCE

Vallée d'Hostun.

La vallée d'Hostun révèle son origine, au premier coup d'œil, par sa forme triangulaire et l'aspect de plan incliné du thalweg qui s'élève régulièrement vers le sommet de l'angle qui la termine au Sud. C'est une vallée d'érosion dont le fond est constitué par un ancien cône de déjection. Elle a été creusée par le Besset, le torrent qui a découpé le cirque de Beauregard dans la montagne de Musan, et le *calvaire* d'Hostun (315 m.) y représente un témoin bien diminué du niveau atteint jadis par la molasse.

Au point de vue stratigraphique, c'est une vallée isoclinale. Ainsi qu'on le sait, tout le versant W. de la première crête calcaire qui borde la plaine de Valence est formé de couches plongeant très fortement vers l'W. Il en est de même pour la Molasse, ce qu'on peut observer sur le chemin d'Hostun à Rochefort-Samson, près du col de Beauregard.

Pléistocène. — a. *Alluvions locales.* — Le cône de déjection, dont nous venons de parler, est composé d'alluvions anciennes de nature exclusivement calcaire. Sa surface a été ravinée assez profondément par le torrent qui l'a formé et par les ruisseaux descendus, à l'W., du massif de Meymans.

Les traces d'un stade plus ancien sont marquées par les dépôts qui, depuis l'altitude de 500 mètres[1], sont répandus sur la longue croupe qui forme le faîte du massif précité.

b. *Terrasses alpines.* — Les alluvions intra-alpines amenées par l'Isère se sont étendues jusqu'à Hostun, au pied du cône de déjection qu'elles ont dû entamer.

---

[1] Feuille de Valence, Nord-Est. — Cote 497, à l'W. du col de Beauregard.

Le long du versant est de la vallée s'étend une terrasse morcelée portant des alluvions avec amphibolites recouvertes d'une couche de limons molassiques. Elle atteint la cote 253, près d'Hostun, et celle de 232 mètres à la Baume d'Hostun, sur les replats qui dominent ce village, à l'Est. Par son élévation relative, mais surtout par sa composition, elle pourrait être rattachée à la terrasse alpine la plus élevée de la vallée de l'Isère.

Eocène. — *Sables réfractaires.* — Le flanc est de la vallée est recouvert sur toute sa longueur d'une bande discontinue de sables réfractaires. Ils sont appuyés sur les calcaires urgoniens et s'élèvent à peu près jusqu'au sommet des pentes d'éboulis qui les masquent.

On les trouve encore bien plus haut, mais dans des poches. Il en est ainsi sur le replat des Rimets, situé à l'altitude d'environ 460 m., à côté du sentier d'Hostun à Rochechinard.

Massif de Meymans-Saillans.

Le petit massif de Meymans-Saillans, qui sépare la vallée d'Hostun du Valentinois, constitue la partie du manteau molassique régional qui a été relativement la plus épargnée par l'érosion torrentielle. Il est essentiellement compris entre Saillans, à l'Est, et Meymans, à l'W. Il est coupé de la chaîne calcaire du Royans, au Sud, par le col de Beauregard, et s'étend, au Nord, jusqu'à l'Isère.

Sa partie la plus élevée est formée par une longue croupe dont l'élévation s'accroît régulièrement du Nord au Sud, jusqu'à l'altitude de 500 mètres, au voisinage du col de Beauregard. Elle est flanquée de chaque côté, mais surtout à l'W., de vallons spacieux, sillonnés de ravins larges et profonds.

Il se transforme, à l'W. de Meymans, en un pays collinaire, plus largement creusé, et dont les derniers mamelons s'étendent jusqu'au village d'Alixan.

Le socle de Molasse qui constitue le massif de Meymans est, comme nous l'avons dit, recouvert sur toute son étendue, par les débris anguleux de roches calcaires sortis du cirque de Beauregard. Dans certaines régions, et près de l'issue du cirque, le sol, sur la colline 497, en est littéralement pavé. Il ne s'y mêle aucun élément

étranger, et ce n'est que vers l'extrémité nord du massif qu'on les trouve accompagnés de quelques quartzites.

Ces dépôts calcaires, à facies torrentiel, sont notés p^1, p^{1b} sur la feuille de Valence, mais ne sauraient être d'âge pliocène. Ils sont évidemment postérieurs aux cailloutis formés de quartzites patinés auxquels on applique cette notation, et leur mélange avec ces derniers ne peut être que le résultat d'un remaniement.

REVISION DE QUELQUES PARTIES DE LA FEUILLE DE VALENCE

(TERRASSES ET DÉPOTS PLÉISTOCÈNES)

Nous avons exploré la partie du Valentinois comprise entre l'Isère, au Nord, la route de Valence à Romans, à l'W., le chemin de Valence à Montelier et à Charpey, au Sud, et les montagnes de Royans, à l'Est.

Cette région peut se diviser en deux parties que sépare le canal de la Bourne.

La première, située à l'W. de ce canal, est une plaine alluviale n'offrant que de faibles dénivellations de terrain ; elle est caractérisée par la présence dans les alluvions de graviers d'amphibolites plus ou moins abondants.

La deuxième s'étend à l'Est, depuis le canal précité jusqu'aux montagnes du Royans. Elle constitue un pays de collines dont le relief augmente peu à peu vers l'Est, où il se relie au massif de Meymans. Les accidents orographiques sont formés par la molasse, et les alluvions se distinguent par leur nature calcaire, leur facies torrentiel et l'absence de roches amphiboliques.

La zone molassique du Valentinois a constitué le grand champ de déjection des torrents qui ont découpé la bordure des plateaux calcaires faisant partie du haut Royannais, depuis la montagne de Musan jusqu'à la chaîne de Raye. Ces cours d'eau ont érodé le revêtement de molasse, et l'ont transformé en une région de collines entre lesquelles, plus tard, l'Isère s'est frayé un large passage. Ils ont encore, à la suite de leurs déplacements, laissé beaucoup de *lits morts*, généralement à sec. Souvent, ils ont empiété sur le domaine d'un tor-

rent voisin, se sont parfois réunis à lui pour le quitter de nouveau, et, grâce à leur travail commun, le terrain qui les séparait présente, au lieu d'une colline, une plaine parfaitement dressée : ainsi du plan de Saint-Mamant, situé entre les torrents de Béaure et du Riousset[1]. Au reste, le torrent du Besset, déjà cité, a dû, avant de s'encaisser dans la vallée d'Hostun, et lorsque l'issue de son défilé était au niveau du col de Beauregard, se déverser de temps à autre vers l'Ouest.

Alluvions modernes. — Tandis que les torrents situés au N. de Barbière sont profondément encaissés sur toute l'étendue de leur cours, et paraissent être éteints depuis longtemps, ceux de Barberolle et de Boisse semblent, par leur lit comblé, arrivant au niveau de la plaine, être encore en activité. Les lits de ces derniers sont encadrés d'une bande de largeur variable, où le sol remanié et mélangé de débris calcaires, anguleux, ne présente pas la rubéfaction plus ou moins prononcée qu'on est accoutumé de voir, en cette région, sur les dépôts d'alluvions anciennes.

Pléistocène. — a. *Aluvions locales.* — La découverte d'alluvions calcaires, à facies torrentiel, sur les croupes du massif de Meymans, nous avait conduit à penser que les collines de la région de Chatuzange-Marches devaient être couvertes des mêmes dépôts. L'observation a confirmé ces prévisions. Toutefois, il est probable qu'à une époque antérieure, les cailloutis pliocènes couvraient uniformément une grande partie du pays. Cette hypothèse expliquerait leur apparition, en quelque sorte, sporadique, et leur mélange avec les dépôts calcaires laissés par les anciens torrents.

Ainsi, lorsqu'on parcourt la ligne de hauteurs qui s'élève entre la vallée de Chatuzange et celle du torrent de Rochefort (le Riousset), on observe que la proportion de quartzites mêlés aux calcaires augmente sur les mamelons qui dépassent la hauteur moyenne de la croupe faîtière ; mais que si l'on continue à se rapprocher de la

---

[1] Le ruisseau de Béaure coule à l'Est de Saint-Mamant et de la colline 328. Il sort de la montagne par une fente rocheuse d'aspect très pittoresque.

Le torrent de Riousset passe à Rochefort-Samson, et se jette dans l'Isère près de l'écart dit *le Riousset.*

montagne, les quartzites disparaissent, et l'on ne trouve plus qu'un sous-sol de molasse recouvert d'une épaisseur variable d'un limon très rubéfié contenant beaucoup de débris calcaires.

A la périphérie de la région collinaire, surtout vers le N. et vers l'W., le sol présente, dans ses coupes, un mélange ordinairement bien net de débris calcaires torrentiels et de galets de quartzites patinés : preuve d'un remaniement des cailloutis pliocènes par les torrents venus du S.-E.

b. *Terrasses alpines.* — Il existe, dans la région que nous avons parcourue, trois niveaux de terrasses portant des alluvions alpines (avec amphibolites). Ils se rangent dons l'ordre suivant, en commençant par le plus élevé :

1° Terrasse de la Léore, au S. de Valence (serait donc à noter a^{1b} au lieu de a^{1f}) ;

2° Terrasse du Séminaire de Valence (a^{1c} de la carte) ;

3° Terrasse de Romans (gare) (a^{1d} de la carte).

La belle terrasse à couverture de Löss, de la Léore, s'élève à l'altitude de 172 à 178 mètres. Elle domine la terrasse dite du *Séminaire* de 20-25 mètres, et celle de la *ville de Valence* de 50 mètres. Les graviers qui supportent le Löss offrent la composition des alluvions *préglaciaires* dont nous parlerons plus loin. Ils renferment peu d'amphibolites. L'une des principales raisons pour lesquelles nous avons classé cette terrasse parmi les terrasses alpines, consiste dans la présence du Löss, formation sur l'origine de laquelle on n'est pas encore bien fixé, mais qui, dans les publications les plus récentes, est considérée comme étant d'âge *interglaciaire*.

La terrasse du Séminaire se prolonge vers le N.-E., et se termine au-dessus de la partie de la terrasse de Romans, située sur la rive gauche de l'Isère, par un rebord escarpé d'environ 20-30 mètres de haut, et qui porte l'écart des Bayanins. Elle se relie vers l'E. avec les plages de dépôts calcaires formées par les torrents descendus de la chaîne de Raye.

Les alluvions alpines s'étendent, vers le N.-E., jusqu'au pied des collines de Chatuzange-Alixan. Dans toute cette région, elles sont généralement très rubéfiées, et renferment beaucoup d'amphibolites à surface altérée. Au S. du village d'Alixan, elles s'arrêtent au contact

des alluvions calcaires, torrentielles, à environ 2 kilomètres à l'W. du canal de la Bourne, sur la ligne du ruisseau le Guimand.

La terrasse du Séminaire présente, en maint endroit, les traces des anciens lits de l'Isère, dont les déplacements ont peu à peu décapé la région, et séparé le plateau de Châteauneuf-d'Isère, des hauteurs surbaissées d'Alixan. Le mieux marqué de ces lits est celui qui longe le pied du plateau susdit, et est suivi par la voie ferrée de Valence à Grenoble. Il est d'ailleurs bien indiqué sur la carte de l'État-major.

c. *Alluvions préglaciaires.* — Sous leur forme la plus caractéristique, ces alluvions constituent un conglomérat, en général, fortement cimenté, composé d'éléments bien roulés. Les roches calcaires de teintes claires, variées (violet, gris, rouge jaunâtre), forment la très grande majorité des graviers. Ceux-ci ne sont pas impressionnés. Il s'y trouve des quartzites patinés ou non, et des roches cristallines dont la texture est d'apparence granitique ou gneissique, et l'état de décomposition généralement assez prononcé. Les schistes amphiboliques, bien caractérisés, si abondants sur les terrasses de la vallée de l'Isère, y sont relativement rares.

Ces alluvions, dont la forme est l'indice d'un charriage prolongé, sont assez répandues dans la région. Elles semblent toutefois présenter, suivant les lieux, de légères variations dans la nature et les proportions de leurs constituants. Elles proviennent peut-être de la destruction de conglomérats miocènes.

Elles forment la bordure N.-W. des hauteurs qui, à partir du massif de Meymans, dominent la terrasse des Bayanins, et, en particulier, de quelques collines couvertes de cailloutis pliocènes, telles que celle de « Pilène », près Chatuzange, celle cotée 198, au N.-E. d'Alixan, où on les voit affleurer au bord du canal de la Bourne (rive gauche)[1]. Elles forment le substratum de la croupe cotée 189, qui s'étend au N.-W. d'Alixan. Enfin, elles constituent le soubassement alluvial de deux terrasses très intéressantes, situées respectivement au N. et au S. de Valence. Le socle de ces terrasses est formé par la molasse, mais la couverture des graviers préglaciaires est différente sur chacune d'elles. Ce sont :

---

[1] Au bord du chemin qui coupe la lettre *r* des mots « les Peyres ».

1° La terrasse de Foullouse (192-194-197), qui s'étend au S. du massif molassique de Châteauneuf-d'Isère. Elle est longée par la voie ferrée depuis la station de Saint-Marcel-lès-Valence jusqu'à celle d'Alixan. Elle est recouverte de cailloutis à patine rouge brique, contenus dans un sol, en général, très rubéfié. Ces cailloutis sont formés de quartzites, de roches cristallines décomposées, de roches très corrodées, devenues légères, et de calcaires dont la quantité est très variable d'un endroit à l'autre ;

2° La terrasse de la Leore (172-178), dont nous avons parlé plus haut, et qui est recouverte d'une couche de Löss.

La répartition étendue de ces alluvions s'expliquerait en admettant qu'elles recouvraient la plaine d'Alixan, avant l'arrivée des alluvions intra-alpines amenées par l'Isère, et leur dénudation causée par cette rivière et les torrents locaux.

Pliocène. — Les *cailloutis pliocènes* sont rares dans la région et ne semblent pas dépasser l'altitude de 300 à 350 mètres. Ils sont essentiellement composés de quartzites, mêlés de quelques fragments calcaires, corrodés. Ces quartzites présentent généralement un assez grand nombre de galets de l'épaisseur du poing et même plus. Ils sont couverts d'une patine de teinte bistre ou carmin, et contenus dans un sol dont la couleur varie suivant les localités, mais qui, à l'E. d'Alixan, est de nuance bistre, ce qui le distingue des sols calcaires, dont la rubéfaction est toujours très prononcée, et d'un ton chaud, se rapprochant tantôt de l'orangé, tantôt du rouge brun.

On les trouve au N.-E. d'Alixan sur les hauteurs cotées 221 et 198 ; ils occupent une étendue assez considérable dans les environs de Chatuzange. Enfin, à l'E., ils recouvrent le sommet du mamelon 294, près des Malossannes, et celui qui porte le signal 359, dans le massif de Meymans.

Aucune des collines, à couverture alluviale ou non, située dans le voisinage immédiat des crêtes calcaires, ne présente de cailloutis pliocènes. S'il en a existé sur ces hauteurs, ils auront été enlevés par dénudation ou recouverts par les alluvions calcaires, torrentielles. Quoi qu'il en soit, nous n'en avons jamais remarqué dans les coupes fournies par cette région.

En l'absence de fossiles, l'attribution au Pliocène des sables mélangés de couches marneuses qui existent en plusieurs points de la

contrée est, peut-être, sujette à quelques doutes. Ces dépôts doivent avoir subi de grandes dénudations, car on n'en retrouve plus que de faibles lambeaux. Ils constituent une partie des sablières du pays.

Ils se composent de sables grossiers, essentiellement quartzeux, peu cohérents, souvent bariolés de bandes étroites, de teinte brun jaunâtre, ou d'allure régulière et coïncidant avec les plans de séparation des lits, ou sinueuses, contournées, et simulant alors une fausse stratification. Ils sont ordinairement entremêlés de marnes disposées, soit en amas, soit en couches feuilletées. Les sables sont parfois agglutinés, par places, en protubérances rappelant grossièrement la forme des stalactites.

Le gisement fossilifère indiqué par la carte géologique, sur le versant N. de la colline 220, au S. du mot « Grandaillers », est probablement épuisé. Nous n'avons trouvé aucune trace de fossiles dans les sablières creusées dans cet endroit.

REVISION DE LA FEUILLE DE GRENOBLE

Nous avons commencé l'étude détaillée du Glaciaire dans le massif de la Grande-Chartreuse, par la région située au N. de Grenoble et comprenant les vallons de Clémentière, de Sarcenas, celui de Proveysieux, et les abords du col de Vence.

Les traces de l'action glaciaire y sont assez nombreuses, et semblent toutes se rapporter à la dernière grande glaciation qui s'est étendue jusqu'à ces vallons. Nous ne parlerons ici, avec quelques détails, que de celles qui nous paraissent les plus intéressantes. Elles se trouvent dans le vallon de Narbonne-Clémentière et aux abords du col de Vence.

Vallon de Narbonne-Clémentière. — Ce vallon, qui sépare le Mont Rachais du Casque de Néron, a surtout été façonné par les glaciers ; le modelé de son thalweg le démontre. Toutefois, les dépôts glaciaires sont principalement accumulés à ses extrémités.

Le vallon se termine, au S., au-dessus de la vallée de l'Isère, par une profonde découpure, en forme d'entonnoir, au fond de laquelle coule le ruisseau de Pique-Pierre. Les berges de la rive droite du ravin y sont complètement recouvertes d'une couche de moraines,

parsemée de blocs erratiques, souvent très gros, et formés de roches de nature diverse (granit porphyroïde, schiste micacé, schiste triasique, bigarré, de la Maurienne, etc.). La couche morainique, mélange de moraines de fond et surtout de moraines superficielles, occasionne en maint endroit des glissements de terrain. La rive gauche, par contre, qui se trouvait probablement en angle mort relativement au courant glaciaire qui s'est heurté contre la rive droite, ne présente que des débris calcaires provenant du délitement de la roche en place.

Il existe, sur la même rive droite, des dépôts avec cailloux striés : 1° sur le chemin de la ferme du Canet, depuis son embranchement avec le chemin de Narbonne jusqu'au ruisseau de Pique-Pierre ; 2° plus haut, à la sortie de Narbonne, sur le sentier qui descend vers le ruisseau précité.

L'ensemble de ces dépôts semble dû à un lobe du glacier de l'Isère, dont la surface, lors de la décrue de la glaciation, s'est maintenue durant un certain temps au niveau de l'entrée du vallon.

L'extrémité N. du vallon, depuis le col de Clémentière jusqu'au ruisseau de Vence, offre un cachet glaciaire bien caractérisé. Elle présente, sur le flanc W. du Mont Rachais, une belle série de quatre moraines latérales, à profil généralement adouci, orientées du S.-E. au N.-W., dont le relief général décroît du S. au N., et qui, du hameau de la Frête (750 m. environ), descendent presque jusqu'au bord du ravin escarpé où coule la Vence.

L'une de ces moraines, la plus élevée et la plus méridionale, s'élève jusqu'à l'altitude de 950 mètres, au bord du plateau calcaire qui couronne cette partie du Mont Rachais.

Les moraines de la Frête sont dues à une branche du glacier de l'Isère qui pénétrait par le col de Vence, suivait le vallon de ce ruisseau et se terminait dans la dépression de Quaix. Elles sont disposées en retraite, et correspondent à des états stadiaires du glacier pendant la période de décrue de la glaciation.

Vallon de Sarcenas. — La rive droite de la Vence ne présente pas, au N., dans le vallon de Sarcenas, de hauteurs détritiques pouvant être envisagées comme les moraines latérales, droites, de la branche de glacier qui aurait déposé les moraines de la Frête.

Le vallon est bien recouvert d'un épais manteau glaciaire, mais les

formes du terrain et l'emplacement de certains dépôts indiquent plutôt le passage d'émissaires venus du vallon du Sappey, par les dépressions de la crête qui le sépare de celui de Sarcenas.

Il semblerait que les branches glaciaires descendues de l'E. se soient réunies, dans le vallon, avec celle du col de Vence, empêchant ainsi cette dernière de former des moraines sur sa rive droite.

Il n'existe que très peu d'éléments erratiques sur les pentes de la rive droite du vallon de Sarcenas. Une petite moraine, située au N.-E. du hameau de la Meary, peut être considérée comme le produit d'un glacier local, enfoncé dans la dépression creusée au S. de la Pinéa (1779 m.).

La coexistence de glaciers locaux et d'émissaires débordant du grand glacier de l'Isère est une question très complexe, et qui semble, dans chaque cas, exiger une étude spéciale.

Vallon de Proveysieux. — Deux *vallums* morainiques, portant des blocs de roches cristallines, existent, l'un au N. et l'autre au S. du hameau du Gua.

Des dépôts d'alluvions avec amphibolites se trouvent à l'issue du vallon. Celui de la Monta, situé sur le flanc W. du Casque de Néron, a déjà été signalé par M. Kilian [1].

Un ancien cône de déjection de la Vence, échancré au centre par le torrent actuel, s'étend, sur la rive droite, jusqu'auprès de la voie ferrée et, sur la rive gauche, jusqu'au hameau du Muret.

Col de Vence. — Lorsque de la Tronche, on monte au col de Vence, par un ancien chemin qui s'élève le long des parois rocheuses du Mont Rachais, et passe au hameau de Chantemerle, on voit, en abordant la croupe qui porte ce dernier, une très belle coupe d'un dépôt glaciaire, typique. Ce dépôt, dont la partie supérieure est au niveau du sol environnant, semble être le reste d'un remblai glaciaire, ultérieurement raviné, qui comblait le vallonnement existant entre la croupe précitée et les pentes du Rachais.

En continuant de monter vers le col de Vence, on remarque, après

---

[1] *Bull. Services de la Carte géolog. de la France*, 1900, t. XI (n° 75).

avoir dépassé Chantemerle, un beau *vallum* morainique, très bien conservé. Sa longueur est d'environ 300 mètres. Il naît à une altitude un peu inférieure à celle du col, et son arête se dirige du N. au S., en s'abaissant par ressauts. C'est la moraine latérale de Château-Pilon, du nom de la ferme qu'elle porte près de son origine. Elle peut être provisoirement considérée comme une moraine latérale, gauche, formée vers l'extrémité de la langue terminale d'un glacier issu du vallon du Sappey.

RUTH ET BOOZ

Par M. Carlo RICCI,

Professeur au Collège royal de Viterbe (Italie),
Docteur de l'Université de Grenoble.

L'expérimentation n'est pas possible en matière de production littéraire, elle n'apprend rien d'utile sur les auteurs, parce qu'elle a commencé par leur retirer ce qui est essentiel à l'effort de leur génie, la spontanéité. On le voit assez dans les concours à sujets imposés ; on le vit bien quand Madame eut la fantaisie naïvement cruelle de mettre aux prises à leur insu Corneille vieilli et le tendre Racine, en leur donnant *Bérénice* pour thème. Mais de semblables rencontres peuvent être fort significatives lorsque les auteurs se sont portés vers le même sujet par un libre choix. Alors l'identité du thème fait mieux ressortir la variété des interprétations, dégage vivement ce qu'il y a de particulier dans chaque écrivain, son propre génie, celui de son temps ou de sa race. C'est de la littérature comparée précisément dans un point de convergence et où l'expérience s'est faite toute seule.

Booz endormi, un des joyaux de la *Légende*, est dans toutes les mémoires. Il nous suffira donc d'en rappeler le sujet en quelques lignes.

Le poème est tiré du *Livre de Ruth* de l'*Ancien Testament*. Il y est dit qu'à l'époque des Juges, Elimélech de Bethléem, chassé par la famine, alla se fixer au pays de Moab avec sa femme Noémi et ses

deux enfants, qui s'y marièrent avec des Moabites. Après sa mort et la mort de ses fils, Noémi retourna à Bethléem suivie par Ruth, sa belle-fille, qui n'avait point voulu se séparer d'elle [1]. C'était l'époque des moissons, et Ruth, qui allait glaner, se trouva un jour dans un des champs de Booz d'Elimélech. C'était un proche parent de Noëmi et il avait droit de retrait lignager. Il pouvait et devait racheter les biens que Noémi avait aliénés et épouser Ruth [2]. Il traita Ruth avec bienveillance, car il avait appris son dévouement à l'égard de Noémi [3]. Quelque temps après, la Moabite, sur le conseil de sa belle-mère, vint demander, une nuit, sa protection au vieillard qui se reposait dans son aire des fatigues du jour [4]. Par la suite Booz épousa Ruth. De ce mariage naquit l'arrière-grand-père de David, duquel descend le Sauveur [5].

Hugo a particulièrement traité le troisième chapitre du récit qui est consacré à la scène de l'aire. Booz repose : autour de lui des moissonneurs couchés, des gerbes, des meules, des sacs de grain. Booz endormi voit le miracle dont il va être l'humble instrument. La physionomie du patriarche, qui occupe à lui seul les deux tiers du poème, se dessine au fur et à mesure et prend un relief et une majesté étranges. C'est une figure épique d'une grandeur sobre et harmonieuse, telle que nous pouvions l'attendre du peintre incomparable, du grand ami des vieillards et des enfants. Pendant que Booz est dans le « rêve » et l'« extase », Ruth, guidée par une main invisible, va se coucher à ses pieds. Elle est à peine esquissée et comme enveloppée d'un voile de discrétion exquise. Elle ignore ce que Dieu veut d'elle, et Booz, d'ailleurs, ne sent point cette femme à ses pieds. Autour du couple prédestiné, la nuit de juin répand son charme mystérieux et alangui : parfum d'asphodèles, murmure de ruisseaux, tintement vague de grelots, frissonnement d'astres ; à l'horizon, le

---

[1] Cf. *Ruth*, I.

[2] Cf. *Deuteronomii*, XXV, 5, 6, 7, 8, 9, 10; *Mat*, XXII, 24; *Marc*, XII, 19; *Luc*, XX, 28; *Ruth*, IV.

[3] Cf. *Ruth*, II.

[4] Cf. *Ruth*, III.

[5] Cf. *Ruth*, IV.

croissant de la lune. On sent dans ce tableau comme la palpitation universelle des choses. L'harmonie entre la nature et les âmes y est intime.

Comme toutes les pièces qui composent la *Légende*, *Booz endormi* est un poème symbolique dont la signification est l'affirmation de Dieu. Dieu inspire á Booz son rêve d'une beauté poétique pleine de discrétion et qui symbolise tout le contenu du récit. Dieu dirige les pas de Ruth, ce qui est encore indiqué d'une touche légère et délicate. Dieu pénètre tout le poème, il en est l'âme, il est l'âme du firmament et du paysage [1]. Il ne saurait être ici question de cette couleur locale dont le poète était si fier [2]. Le paysage, si puissant qu'il soit, n'est pas assez caractérisé ni localisé. Il nous donne justement la sensation immédiate du réel parce que le poète n'a décrit que ce que nous avons tous, dans nos climats, plus ou moins observé et ressenti comme lui. D'autre part, le côté humain de Ruth et de Booz, le rôle de Noémi surtout, en un mot, les détails de mœurs, qui caractérisaient le récit et pouvaient acquérir une portée historique, auraient nui au caractère nettement surnaturel que le poète a donné au contenu de sa pièce ; d'où la nécessité de les retrancher. Personne, du reste, ne songerait à reprocher à Hugo de nous avoir ainsi donné un chef-d'œuvre [3] qu'« il faut toujours citer — dit M. Faguet — à quelque point de vue du beau qu'on se place [4] ».

---

[1] Rappelons à cet égard la conception générale du vaste poème dont la *Légende* n'est qu'une partie, conception qui se trouve résumée au dernier paragraphe de la *Préface* de la *Légende* : « ... une espèce d'hymne religieux à mille strophes, ayant « dans ses entrailles une foi profonde et sur son sommet une haute prière : le drame « de la création éclairé par le visage du Créateur ... »

[2] Voir ce que le poète écrivait dans la *Préface* de la *Légende* avec une confiance absolue et naïve à la fois.

[3] « ... Les trouvailles sublimes — dit M. Faguet dans un article sur *Les « corrections de Victor Hugo* — sont très souvent, sont le plus souvent choses qui « n'appartiennent pas au premier jet et qui ont été rencontrées par Hugo revenant « sur son poème et *s'inspirant de lui*... C'est dans *Booz endormi* que les additions « sont le plus significatives, et ici ce sont bien les traits incontestablement les plus « beaux qui ont été ajoutés après coup, de telle sorte qu'au manuscrit c'est le texte « qui est beau et la marge qui est merveilleuse ; et ici c'est bien en relisant son « poème primitif et *en s'inspirant de lui* que Victor Hugo a comme bondi juqu'au « sublime. » Cf. *Les Annales politiques et littéraires* du 23 février 1902.

[4] Émile Faguet. *Dix-neuvième siècle*, Paris, 1902, p. 216.

M. D'Annunzio, au début de sa carrière et encore tout jeune, a traduit le petit poème d'Hugo[1]. Sa renommée, qui a franchi depuis longtemps les Alpes, et ses récents succès dramatiques à Paris, nous dispensent de le présenter à nos lecteurs. Son *Booz addormentato* est en partie une adaptation, au début surtout, et en partie une traduction de la pièce française. En général, le poète italien a été fidèle au texte. Pour rendre l'alexandrin français, il s'est servi du vers de onze syllabes, le seul de nos rythmes qui s'y prête, quoiqu'il n'ait point la grande ressource de la rime féminine. Il a gardé le même nombre de quatrains qui se correspondent et presque toujours aussi la disposition des rimes.

M. D'Annunzio a surtout modifié la première partie du portrait de Booz. Il s'est dit qu'il y avait, dans l'original, un peu de confusion entre les traits physiques et les traits moraux, quelques répétitions aussi. Il s'est avisé de mieux grouper ces traits, d'en supprimer quelques-uns, en leur substituant des détails nouveaux. Mais ces changements ne sont pas toujours très heureux ; le poème d'Hugo n'y a rien gagné ; au contraire, il a plutôt perdu. Nous eussions préféré que M. D'Annunzio gardât le texte du modèle. Il ne semble pas s'être aperçu que la « confusion » à laquelle il s'est efforcé de remédier est « voulue », que tous ces quatrains sont des « variations » sur le même motif, formant une sorte de « méditation morale ». Surtout nous lui reprochons d'avoir un peu gâté, par l'allure maniérée qui lui est propre, la naïveté naturelle du poème français.

En revanche, les deux quatrains, où se complète le cadre du poème, ont été mieux rendus, et mieux encore ont été traduits le « rêve » de Booz et la troisième partie de la pièce. Les changements y sont de moins en moins fréquents. Parmi quelques-uns assez malheureux, il y en a aussi de fort beaux : quelques strophes gardent leur netteté, leur vigueur, presque toute leur beauté primitive. M. D'Annunzio semble s'être joué ici des difficultés du texte qu'il a surmontées avec une admirable aisance. Or, ces difficultés sont particulièrement graves : le rythme et la métaphore. La métaphore est l'écueil auquel on se heurte inévitablement, quand on traduit un poète, écueil d'au-

---

[1] *Booz addormentato* dans *L'Isotteo e La Chimera* (1885-1888), Milano, Treves, 1901, p. 297.

tant plus redoutable chez Hugo, que les images traduisent toujours admirablement la pensée.

La fin du poème doit nous arrêter à cause de la couleur étrange que le tableau original y a prise :

> Li astri riscintillavano su pe'l cielo profondo;
> il mite arco lunare, tra il *giardino giocondo*
> de' *fiori de la luce* risplendea su le *biade;*
>
> e Ruth, immota, li occhi socchiudendo tra i veli,
> chiedea : — Qual mietitore dio de l'eterna estate,
> poi che le sue *stellanti ariste* ebbe tagliate,
> Gittò la falce d'oro ne'l gran campo dei cieli ?

L'épithète « sombre » qui, avec « profond », rendait toute l'immensité noire et insondable du firmament, a disparu. « Fiori de la luce » est exactement le contraire de « fleurs de l'ombre » et les détails nouveaux : « giardino giocondo », « biade ». « stellanti ariste », nous produisent à leur tour une sensation de « clarté ». D'où la « lumière » qui se dégage de ce tableau, et qui a dissipé l'« ombre nuptiale, auguste et solennelle » du tableau primitif. Le sentiment de langueur que répandait ce « négligemment » amené d'une façon si heureuse, a de même disparu ; une gaîté douce a remplacé le trouble que nous causait la question de la jeune Moabite. Mais ce nouveau tableau n'en est pas moins beau ; il offre des expressions d'une poésie singulièrement pittoresque ; il nous montre déjà l'artiste qui sonde les mots pour en tirer tout ce qu'ils contiennent et nous fait pressentir le futur « coloriste », le merveilleux « virtuose » de la forme, tel qu'il s'est révélé dans ses œuvres postérieures. Somme toute, M. D'Annunzio a montré que la poésie peut bien se traduire, elle aussi, quelquefois.

Avant Hugo, Ruth avait inspiré une *églogue* [1] à Florian, le plus vertueux des hommes, qui a employé les loisirs de sa courte existence à faire fleurir la vertu et à la célébrer en prose et en vers « Plus les hommes deviennent vicieux — a dit Chamfort — plus ils applaudissent à la peinture des vertus. » Les contemporains de l'aimable

---

[1] *Ruth, églogue tirée de l'Écriture Sainte, couronnée par l'Académie française en 1784, dédiée à S. Altesse S. Monseigneur le Duc de Penthièvre.*

Chevalier, corrompus eux-mêmes, demandaient à la morale leurs jouissances artistiques. En bon disciple de La Chaussée et de Gessner, Florian a prodigué dans ses œuvres la sensibilité et la tendresse dont était pétrie son âme, et il a donné pleine satisfaction au goût du public. Car l'honnête libraire de Zürich, sacré grand homme en France, troublait les têtes, et La Chaussée faisait couler des torrents de pleurs. A aucune époque on n'a autant pleuré et c'est du nom de « sensiblerie » qu'on désigne cette disposition morbide. Enfin, tandis que sous l'influence de Rousseau on revenait de toutes parts à la Nature et que Gessner provoquait un débordement d'idylles et de romances, Florian accorda ses pipeaux et écrivit des *pastorales*. C'est bien toujours aux époques troublées et sur un sol corrompu que pousse la fleur fragile de l'églogue [1]. Cette société, blasée par tous les raffinements, cherchait dans la Nature des sensations nouvelles et à la veille de la Révolution elle se berçait dans l'optimisme le plus aveugle.

Étant donnée la nature du récit biblique, que pouvait en tirer Florian, sinon une *églogue morale?* Car ce récit est un drame pastoral, ou, pour mieux dire, une bergerie morale, bien qu'il n'y soit pas spécialement question de bergers ni de moutons : de tendres personnages, dont deux personnifient la piété filiale et la vertu, sont encadrés dans le décor suggestif d'un paysage d'Orient. Il semble que le poète n'eût qu'à mettre en vers le texte, et c'est bien ce qu'il a fait dans la première partie de son œuvre. Il a même eu soin de citer, comme dans *Tobie,* les versets qu'il a spécialement développés. En tout cas, il n'avait pas besoin d'appuyer sur la tendresse des adieux que Noémi fait à ses deux belles-filles, ni sur l'insistance vive, obstinée de Ruth qui veut la suivre à tout prix, car ce tableau dramatique est largement développé dans le récit. Notons cependant ce détail nouveau, qui fait ressortir davantage le dévoûment de Ruth : elle sert de guide et de soutien à la vieillesse débile de Noémi :

> Sa main, de Noémi, saisit la main tremblante;
> Elle guide et soutient sa marche défaillante,
> Lui sourit, l'encourage. . .

---

[1] Cf. Paul Morillot. *Le Roman*, dans Petit de Julleville. *Histoire de la Langue et de la Littérature françaises, XVIIIe siècle.*

De même, les vers que Noémi prononce en rentrant à Bethléem, devant l'empressement affectueux de la foule qui entoure les deux femmes, sont à retenir ; ils ont une cadence et une grâce presque raciniennes ; la mélancolique tendresse des versets bibliques n'y saurait être mieux traduite :

> Plus d'un vieillard surpris ne la reconnaît pas ;
> Quoi ! C'est là Noémi ! — Non — leur répondit-elle —
> Ce n'est plus Noémi : ce nom veut dire belle ;
> J'ai perdu ma beauté, mes fils et mon ami ;
> Nommez-moi malheureuse et non pas Noémi —

Dans le deuxième tableau, celui des moissonneurs, Florian a surtout célébré les nombreuses vertus de Booz, ce qui était naturel et attendu. Mais il a aussi insisté, avec une complaisance intime, sur ses chevaleresques sentiments à l'égard de Ruth. On sait que dans le récit, Booz dit à ses gens de ne pas gêner la jeune femme, de lui laisser, comme par mégarde, quelques poignées de grains et qu'à l'heure du repas, il partage avec elle sa frugale nourriture au milieu de tous les siens. Chez Florian, sa délicatesse et sa galanterie vont bien plus loin. C'est ainsi qu'il termine ses recommandations au chef des moissonneurs :

> Et prends garde surtout que rien ne te décèle ;
> Il faut que sans te voir elle pense glaner,
> Tandis que par nos soins elle va moissonner.
> Épargne à sa pudeur trop de reconnaissance
> Et gardons le secret de notre bienfaisance.

Décidément ce Booz est un chevalier parfait, ce qui nous surprend bien un peu, quoique les choses se passent au bon vieux temps. Et d'autant plus, qu'à la différence de son ancêtre, Booz n'a encore rien appris sur le compte de la jeune étrangère qu'il comble ainsi de politesses et de bienfaits. Ruth, infiniment touchée, pleure de « douces larmes » de reconnaissance et de tendresse. Ici le bon Chevalier en a fait couler un peu plus que dans le récit, ce qui était fort légitime de sa part, car c'est là « le premier besoin d'une âme sensible ». Comme dans la Bible, Ruth, songeant à Noémi qui a faim, garde pour elle une partie de son repas. En vain eût-on souhaité, pour la piété filiale de la jeune Moabite, un interprète plus fidèle, plus sincèrement ardent.

Dans la deuxième partie de son églogue, Florian en a pris un peu

plus à son aise avec le texte. Fidèle à son rôle de moraliste, il a sensiblement modifié la scène de l'aire. Il voulait dissiper toute ombre de doute qu'eût pu concevoir un esprit malveillant sur l'austérité du patriarche, et relever en même temps les rôles de Ruth et de Noémi, ce dernier surtout. La scène de l'aire se passe donc à la pointe du jour. Booz est en train de goûter le repos d'un paisible sommeil, parmi ses moissonneurs et ses gerbes de blé, lorsque Ruth, qui s'est mise en marche de bonne heure, l'aperçoit, s'arrête devant lui et lui adresse de chaleureux couplets. Il y est fort question, d'abord de reconnaissance et de tendresse ; mais dès que Booz s'est réveillé, à de si doux accents, sans doute avec une agréable surprise, ces vers aboutissent à une déclaration d'amour. Là-dessus, Ruth se décèle à Booz. Surprise et joie de la part du patriarche qui voudrait bien, selon la loi, épouser la Moabite ; mais il sent tout le poids de sa vieillesse, se ressaisit et ajoute tristement :

> Mais puis-je réclamer ce noble et saint usage ?
> Je crains que mes vieux ans n'effarouchent votre âge.
> Au mien l'on aime encor, près de vous je le sens ;
> Mais peut-on jamais plaire avec des cheveux blancs ?

Le classique Martian de *Pulchérie* n'eût pas mieux parlé. Cependant la fatalité entraîne cet amoureux à cheveux blancs, jusqu'alors si noble. Il n'a pas compris, semble-t-il, les paroles de Ruth et insiste pour une explication. On pense si Ruth hésite à la lui fournir et avec quelle timidité, quelles délicieuses rougeurs ! — Booz tombe à ses pieds et lui offre sa main vénérable ; mais il s'aperçoit du manque de dignité de sa situation et s'empresse d'ajouter qu'à défaut d'amour, l'amitié suffit à leur bonheur. Est-il bien sincère ? — En introduisant l'amour dans cette scène, le poète a voulu adoucir la coutume biblique qui forçait la veuve à se remarier dans la famille de son premier époux, sans tenir compte de son inclination. Mais il est tombé dans un romanesque fade, qui compromet la gravité de Booz et enlève beaucoup à Ruth de son ancien charme, jeune et naturel. Il n'a pu s'empêcher d'habiller ses personnages avec les costumes de son temps, et de nous offrir l'image d'une vie pastorale idéalisée, c'est-à-dire faussée par le goût de l'époque. Il a communiqué à la simplicité du récit biblique la saveur artificielle de ses tendres arlequinades.

Mais le reproche le plus grave qu'on soit en droit d'adresser à toute

cette partie de l'églogue, c'est le peu de développement accordé au paysage. Le poète n'a pas « vu » la scène des moissonneurs, essentiellement idyllique et qui devait être le cœur même de sa pièce. Certes nous ne pouvions prétendre à une débauche d'imagination et de couleurs ; c'eût été contraire aux traditions du genre. Mais le paysage de la scène des moissonneurs se réduit à quelques détails insignifiants, dispersés çà et là comme au hasard. Dans la scène suivante le poète a cherché à nous peindre le sommeil de Booz, le matin, et ce tableau, qu'on retrouve souvent dans les *Fables*, est plutôt joli que vrai. On pouvait mieux attendre de celui qui, dans *Estelle*, nous a décrit, quoiqu'un peu sèchement, un petit coin de son pays, de ce Languedoc lumineux et parfumé. C'est qu'au fond il n'a pas encore le sens du « pittoresque ». Les épithètes dont il se sert sont maniérées. Il a lu Rousseau, mais ne l'a pas tout compris. Il voit la Nature en homme du XVIIIe siècle, c'est-à-dire d'une façon toute conventionnelle.

Florian s'est relevé dans le dénoûment où il a su habilement profiter du texte. Il s'en est tenu aux détails essentiels, en éliminant tout ce qui ne se prêtait pas à une traduction poétique. Même la petite scène familière, intime, où il nous laisse entrevoir la pieuse joie de ses personnages, méritait d'être plus développée. Il est un vers qu'il faut citer :

Belle comme Rachel, comme Lia féconde...

— le seul — dit M. Lemaître — qui, tout en étant de Florian, pourrait être aussi de Hugo [1] — Il s'agit là de Ruth, qui acheva le bonheur de Booz en lui donnant, selon la tradition, un héritier. Les vers suivants ne sont pas non plus à dédaigner, bien que le tableau attendrissant qu'ils contiennent existe déjà dans le récit (IV, 16), où Noémi caresse de même son petit-fils avec la tendresse des grand'mères :

Elle ne peut quitter ce fils de sa tendresse,
Et dit, en le montrant sur son sein endormi,
Vous pouvez maintenant m'appeler Noémi.

Ce dernier vers, notamment, est une trouvaille ; c'est comme le

[1] Cf. *Impressions de théâtre*, 5e série, Paris, 1900, 5e édition, p. 116.

souvenir vague et attendri des misères passées, une sorte de *leit-motiv* qui se répercute en ondulations larges à travers toute l'églogue. Cette dernière touche relève et ennoblit singulièrement le caractère de Noémi, à qui le poète n'a ménagé ni ses soins, ni sa sympathie. En tout cas, l'églogue gagnerait beaucoup en s'achevant par ce vers. Le poète eût pu nous faire grâce de l'exposition du sujet et de la dédicace finale, qui sont fort mal traitées.

— On voit clairement, par ces deux morceaux — dit M. Lemaître[1], en rappelant *Booz endormi,* ce que c'est que d'être poète et ce que c'est que de ne l'être pas. Pourtant le doux Florian l'est un peu — ajoute-t-il — ce qui tempère la rigueur du jugement. C'est rendre un bien mauvais service à l'églogue de Florian que de songer à *Booz endormi.* Il faut, autant que possible, la juger en elle-même, par rapport à son temps. Dans son élégance et sa saveur un peu vieillottes, cette poésie a bien quelques mérites. L'esprit et la grâce, ces dons naturels du bon Chevalier, suppléent de leur mieux au défaut d'inspiration. La poésie du détail, souvent heureuse, récompense les efforts de l'auteur, ouvrier soigneux et scrupuleux. L'émotion douce et intime, l'harmonie aisée et continue, la fluidité, les qualités les moins contestables du fabuliste, font passer mainte faiblesse. N'oublions pas que cette aimable inspiration a été longtemps prise pour du lyrisme, et que le Romantisme seul a dissipé ce contresens. Mais cette poésie modeste, à laquelle les hauteurs sont interdites, n'est pas à dédaigner pour cela. Elle a sa raison d'exister et elle existe dans toutes les littératures, à côté de la poésie ambitieuse : elle lui sert de piédestal.

Tout récemment enfin, le sujet de *Ruth* a été repris par M. Stecchetti[2] qui est notre poète le plus populaire dans le vrai sens du

---

[1] Cf. *Impressions de théâtre,* 5e série, Paris, 1900, 5e édition, p. 116.

[2] M. Olindo Guerrini, né à Forli en 1845, docteur en droit et bibliothécaire actuel de l'Université de Bologne, a fait paraître en 1878, sous le nom de Lorenzo Stecchetti, le recueil de vers, *Postuma,* qui révolutionna toute l'Italie littéraire, fonda la réputation de l'auteur et consacra le pseudonyme dont il s'était servi. Lorenzo Stecchetti est censé avoir été un étudiant en droit, mort poitrinaire à trente ans, le cousin même du poète. Il avait consacré ses loisirs à la muse, et, après sa mort, M. Guerrini se sentit appelé, par les liens de l'amitié et du sang, à

mot, et à qui nous espérons pouvoir consacrer bientôt une étude détaillée.

Le trait fondamental de sa physionomie, que nous esquissons à peine ici, paraît être une certaine bonhomie railleuse, à laquelle se mêle pourtant une assez forte dose de sentiment. On peut être parfois embarrassé pour faire à ces deux éléments la part qui leur revient et pour se prononcer sur le ton de quelques pièces. Mais, çà et là, M. Stecchetti n'a pas craint de s'épancher, et du reste les compositions nettement satiriques, auxquelles se joignent celles d'inspiration civique, constituent la majeure partie de son œuvre. Il s'est attaqué à la bourgeoisie et du même coup au clergé, dépositaire de la morale bourgeoise ; il n'a épargné, en disciple de Voltaire, ni les Évangiles, ni la Bible, mais il s'est élevé aussi, et avec quel patriotisme douloureux et indigné, contre quelques-unes des misères, des hontes et des folies de son temps.

Cependant ce satirique est doublé d'un romantique. Dans sa jeunesse il s'est nourri de Byron, Heine, Musset, qui ont eu, parmi les grands romantiques, l'esprit de raillerie et de satire. A Charles Baudelaire, à ses morbides et désolantes *Fleurs du mal* (1857), il a emprunté les spécimens de ce réalisme malsain, outré, truculent, qu'il a introduit chez nous. La crudité du détail est bien ce qui caractérise toute l'œuvre de M. Stecchetti ; mais on applique l'épithète de *réaliste* surtout à la partie qui se ressent particulièrement de l'influence de Baudelaire. Par là M. Stecchetti représente, dans notre littérature, comme Baudelaire dans la littérature française, ce qu'on a

---

réunir et à publier les épaves poétiques qu'il avait laissées. Un an après, M. Guerrini donna *Polemica*. Les nombreuses poésies qu'il composa depuis parurent au fur et à mesure dans les principales revues, surtout dans les journaux de Bologne. En 1897, il fit paraître *Le Rime di Argia Sbolenfi* (Bologna, Successori Monti), un spécimen de pornographie littéraire, à part quelques pièces d'inspiration civique et sociale, et qui justifie bien le tolle général qui s'est élevé contre l'auteur. Il y a deux ans, il a donné, chez M. Zanichelli (Bologna, 1903), l'édition complète de ses poésies : *Le Rime di Lorenzo Stecchetti*, d'où il a éliminé, heureusement, les fâcheuses inspirations d'*Argia Sbolenfi*. Sous le titre d'*Adjecta* il a réuni les poésies écrites après *Postuma* et *Polemica* et qu'il a jugées dignes de lui. *Adjecta* se divise en trois parties : *Liber Caiaphax*, *Interludium*, *Civilia*. *Ruth* se trouve dans l'*Interludium*, p. 412. Elle avait paru pour la première fois dans la *Rivista d'Italia*, anno 2°, vol. 2°, fascicolo 3°, 15 marzo 1899.

appelé, au delà des Alpes, le *bas romantisme*. Il en va de même des œuvres de quelques autres poètes *réalistes* qui ont surgi, après 1850, sous l'influence des derniers romantiques français.

Quant à *Ruth*, on devine aisément de quelle façon M. Stecchetti a envisagé les choses. Il les a tournées au pire, et a insisté justement sur le côté que Florian avait cherché à adoucir, et que Hugo avait résolument supprimé. Autant Florian avait été doux, sensible, élégiaque, autant M. Stecchetti va être amer, dur, violent. Il veut ruiner le récit biblique, et par là s'en prendre directement à la Divinité. De même que Hugo, il s'attache à la scène de l'aire qui constitue le fond de sa *satire* ; mais il n'en prend que la donnée fondamentale, et place la scène sous la tente de Booz, en plein midi. Des deux paysages que contient le récit, seul celui du deuxième chapitre sert de cadre à la pièce de M. Stecchetti ; mais c'en est juste le décor, car le contenu de la scène biblique a entièrement disparu.

— Ma fille — dit Noémi à Ruth — écoute-moi, tu es dans tout l'éclat de ta jeunesse et de ta beauté :

nella tua chioma folta
la giovinezza odora,
sul fior della tua bocca
la voluttà s'accende
e dalle colme bende
candido il sen trabocca...

heureux celui que le sort te destine ! tu ne dois pas périr ainsi dans la solitude ; Dieu ne nous a point accordé de richesses : mais les moissons dorées foisonnent dans les champs de Booz : il ne tient qu'à toi de les avoir... On ne saurait s'exprimer avec moins de gêne ; encore nous a-t-il fallu atténuer le texte. Docile comme dans la Bible, Ruth obéit :

E Ruth mondò nel fonte
le rigogliose forme,
torse la treccia enorme
come corona in fronte,
al mobil fianco cinse
larga la fascia bruna
ed a cercar fortuna
mossa da Dio s'accinse.

Assez de malice jusqu'ici, mais peu d'esprit.

Il est midi lorsque Ruth descend la pente du coteau au pied duquel se dresse la tente de Booz le patriarche.

> Arse dai raggi estivi
> tacean le fronde stanche,
> dormian le agnelle bianche
> al rezzo degli ulivi ;
> ombre chiedeano ai muti
> boschi le cavriole,
> era al meriggio il sole
> e i campi eran mietuti...

D'un regard avide elle parcourt la plaine qui se déroule à ses yeux ; elle s'arrête à compter les meules avec une complaisance maligne, puis continue satisfaite, joyeuse, souriante — et désagréable aussi. Elle tressaute en découvrant la tente de son seigneur. Elle y entre.

— Oh, il bel meriggio ! — s'écrie le poète, en nous ramenant au cadre, car il a besoin d'insister sur la complicité de la nature :

> Ardeva
> il sol nel chiaro azzurro ;
> nè un soffio, nè un susurro
> sull' arso pian fremeva,
> e sulle stoppie gialle
> gli stanchi buoi posando
> sognavan, ruminando,
> il buio delle stalle...

La Nature paraît dormir dans une torpeur voluptueuse, mais l'Amour veille :

> Oh, il bel meriggio ! Ascoso
> al cor giungeva un senso
> grave, solenne, immenso
> di calma e di riposo.
> Immersa in un languore
> di voluttà infinita
> parea dormir la vita,
> ma non dormia l'amore...

« Peuple de Dieu — s'écrie encore le poète — repose dans ton sommeil profond : tu as demandé, Dieu a exaucé tes vœux. » Pour la deuxième fois la Divinité est prise à partie directement. L'ironie est amère. La suite en augmente encore l'aigreur.

Le soleil couchant empourpre le ciel et les sommets des coteaux, et Ruth, les joues en feu, haletante, rentre lentement chez elle, en proie au remords d'avoir trahi la foi conjugale. — Oui — dit-elle à sa bellemère — je t'ai obéi, j'ai vendu mes charmes :

> ma se le spighe d'oro
> ti porto fra le braccia,
> come alzerò la faccia
> innanzi al Dio che adoro ?

Sur quoi Noémi — Prends garde ma fille, ce n'est pas moi, mais c'est la volonté de Dieu qui t'a marqué le chemin :

> L'ombra del sacro ulivo
> coperse il fior di rosa
> e nel tuo sen di sposa
> il Re di Giuda è vivo !

Le sarcasme ne saurait être poussé plus loin.

Le « voltairianisme » de M. Stecchetti nous paraît avoir, en réalité, une portée assez mince. Les pièces qui ont jailli de cette inspiration, malgré leur facture souvent impeccable, arrivent avec un peu de retard, et sauraient tout au plus amuser une certaine catégorie d'esprits. Mais ce n'est pas, en tout cas, le mérite de Ruth. La boutade finale n'éclate pas, comme elle éclate souvent ailleurs. L'aigreur et la méchanceté y sont tellement manifestes que nous éprouvons une impression de tristesse, presque de dégoût. M. Stecchetti semble bien avoir atteint le but opposé à celui qu'il poursuivait et a justifié les reproches qu'on lui a souvent adressés. Ce qui manque à cette parodie, c'est un grain de bonne et franche gaîté, assaisonnement essentiel, sans laquelle elle n'a aucune raison d'exister. Avouons que M. de Voltaire, dans sa cruelle malice, savait mieux s'y prendre pour tourner en dérision les choses saintes.

Pourtant *Ruth* se relève par un certain souffle qui ne manque jamais aux poésies de M. Stecchetti, et surtout par des mérites incontestables de forme, tels que la souplesse, la transparence, la plasticité. Ce sont bien encore les qualités du poète. Ruth, dont il fait ressortir les formes provocantes dans l'intention de scandaliser le lecteur, est peinte avec une vigueur et un relief merveilleux. Nous la « touchons », pour ainsi dire, de même que les brebis blanches, les

chevrettes et les bœufs mélancoliques reposant sur le chaume. On pourrait critiquer le rythme, un de ceux que M. Stecchetti affectionne, mais qui n'est pas très apte, semble-t-il, à rendre tout l'accablement d'un midi d'Orient. Un rythme plus grave, au lieu de celui-ci, sautillant et léger, eût mieux convenu. Pourtant le paysage est encore le côté le meilleur de la pièce, et nous n'avons pas hésité à le citer tout entier, ainsi que les strophes consacrées au portrait de Ruth, pour donner une idée de l'art charmant du poète. Ce paysage est de fantaisie, malgré le réalisme rigoureux de quelques détails ; mais il a un charme suggestif qui nous invite à la rêverie, et qui remplace très avantageusement les détails de couleur locale que contenait le texte et que M. Stecchetti a supprimés.

DES IMPRÉGNATIONS TOXI-INFECTIEUSES TRANSITOIRES OU DURABLES DE LA CELLULE NERVEUSE[1]

PAR

M. le Dr PORTE, Professeur ET **M. le Dr AUDAN,** Chef de Clinique

à l'École de Médecine.

La pathogénie des diverses affections de l'axe encéphalo-médullaire est actuellement assez bien connue, de même que le rôle prépondérant des différentes intoxications ; il est de notion courante, par exemple, que des agents différents, tels que la syphilis et l'alcool, peuvent donner lieu tous deux à de la paralysie générale. Les modalités cliniques qui résultent de ces diverses actions toxiques ont amené le praticien à considérer ces affections comme de simples syndrômes empruntant leur allure au siège de la lésion bien plutôt qu'à l'agent toxique qui les a provoqués.

Ainsi, sans revenir sur l'histoire des scléroses simples ou combinées des tractus moteurs et sensitifs, aussi bien dans leurs segments périphérique ou médullaire que cérébral, nous rappellerons les travaux

---

[1] Nous avons fait une première communication sur ce sujet au *Congrès pour l'avancement des Sciences de Grenoble*, 1904.

L'examen d'un nouveau cas nous permet d'y revenir et de donner plus d'ampleur à notre travail, notamment au point de vue bibliographique.

de M. le professeur Pierret et de ses élèves, qui ont démontré la nécessité de ne pas séparer l'étude des maladies de ces diverses parties de l'axe nerveux et la similitude des lois qui régissent les phénomènes psychiques, moteurs et sensitifs.

« L'être vivant reçoit et traduit, dit M. Pierret. C'est par des mouvements qu'il est ému, et la traduction de ce qu'il reçoit c'est encore du mouvement.

« L'organisme à l'état de santé n'est qu'un chemin où passe la force ; elle entre et sort, séjournant quelquefois, laissant partout des souvenirs.

« Il n'y a à considérer que deux systèmes anatomiques : la voie d'accès et la voie de départ. » (Congrès de Grenoble, 1885.)

Ces deux systèmes subissent les mêmes influences et réagissent d'une façon analogue. C'est l'élément nerveux lui-même qui trahit sa souffrance, c'est lui qui a le rôle important.

Ce fait est notamment vrai pour la paralysie générale, où seules les modifications des fonctions de la cellule peuvent expliquer les troubles psychiques qui accompagnent l'encéphalite interstitielle.

« Cette dernière lésion n'est d'ailleurs pas indispensable, disait M. le professeur Pierret au Congrès de médecine mentale de Lyon en 1892.

« Nous avons tous vu de ces héréditaires prédisposés qui nous donnaient l'illusion de paralytiques généraux profondément atteints. Lasègue a pu s'y tromper et je n'hésite pas à avouer que je me suis trompé moi-même.

« Un beau jour, ces soi-disant paralytiques généraux ont guéri très vite et sont redevenus ce qu'ils étaient avant, ni plus, ni moins.

« Oserait-on dire que, chez ces malades, une sclérose interstitielle s'est rapidement développée pour disparaître un jour sans laisser de traces ? »

D'autre part, M. Klippel nous dit (in *les paralysies générales progressives*, p. 11) :

« N'y a-t-il pas des cas où un alcoolique présente un syndrôme paralytique évoluant, en quelques semaines, vers une guérison apparente ? Apparente, car la maladie est souvent destinée à récidiver, et aussi parce qu'il ne s'agit nullement de la rétrocession des lésions cérébrales fondamentales, mais seulement de l'atténuation du processus auto-infectieux ou auto-toxique surajouté. »

Il retrouve encore cette notion de l'auto-infection dans la genèse du delirium tremens et la décrit dans la thèse de Salvant (Thèse, Paris, 1901).

En réalité, la cellule nerveuse, l'élément noble, est sensible à toutes les toxi-infections, qu'elles soient d'origine exogène : alcool, syphilis, plomb, infections microbiennes diverses, paludisme, etc., ou bien d'origine endogène : urémie, auto-intoxications telles que les entend M. Bouchard.

M. le professeur Teissier a également décrit en détail ces intoxications (in *Notion de pathologie sur les intoxications*, dans le Traité de thérapeutique appliquée).

« La grande majorité des poisons impressionne d'emblée le système nerveux, et cela dans ses parties constitutives, depuis les cellules de l'activité psychique et les centres de l'activité organique jusqu'au cervelet, à l'axe spinal, aux nerfs périphériques et au système de la vie végétative. »

Nous en trouvons dans la littérature médicale de nombreux exemples :

Guttmann *(Neurol. Centralblatt*, XIX, 1900) nous cite deux cas d'accidents paralytiques, d'origine cérébrale, consécutifs à l'influenza :

Le premier, bénin, chez un jeune homme de 17 ans, qui présenta de la titubation, du tremblement intentionnel avec exagération des réflexes tendineux, patellaires et podaliques et clonisme sans signes de dégénérescence des voies conductrices. Il y avait, de plus, parésie totale de l'œil droit, partielle de l'œil gauche et nystagmus bilatéral. Pronostic favorable avec disparition graduelle des résidus de l'encéphalite.

Le deuxième cas, mortel, présenta des troubles de la parole, de la céphalalgie, de l'hémiplégie avec ictus, coma et mort.

M. J. Teissier a décrit également des accidents nerveux éloignés, consécutifs à la grippe, dans son ouvrage sur la grippe-influenza (Paris, 1895).

Marandon de Montyel *(Revue de Méd.*, novembre 1900) rapporte huit cas de paralysie générale chez des paludéens, tout en reconnaissant qu'un seul était indemne de syphilis.

Maude B. Martin *(The American Journal of Insanity*, 1900, p. 589-592) rapporte un cas mortel, à hérédité chargée, ayant tou-

jours présenté très peu de résistance aux toxines, notamment à chaque période menstruelle, où il y avait de l'auto-intoxication gastro-intestinale avec état comateux, puis démentiel. Après la mort, dont la cause reste obscure, on trouva des lésions limitées aux cellules de l'écorce des lobes frontal, central et occipital, sans altérations vasculaires ni travail de sclérose, que l'auteur attribue à l'auto-intoxication s'exerçant sur des cellules peu résistantes du fait de l'hérédité.

Ainsi les infections peuvent donner lieu, d'une façon plus ou moins complète, au syndrôme paralytique, et l'on peut remarquer que le pronostic y est quelquefois favorable.

Il nous est facile d'en interpréter la pathogénie et l'évolution.

L'élément nerveux se trouve influencé momentanément par une intoxication, il réagit immédiatement. Mais que l'intoxication disparaisse et tout rentre dans l'ordre.

Si, néanmoins, l'influence toxique a été plus longue ou d'une intensité particulièrement forte, il se crée des lésions définitives qu'aucun traitement ne saurait améliorer.

C'est le cas des formes ordinaires du tabes, de la paralysie générale et de bien d'autres affections du système nerveux, où l'action toxique aboutit rapidement à la sclérose.

Une fois la sclérose installée, il n'est pas rare de voir à nouveau revenir sur la scène de nouvelles phases de toxi-infections qui, celles-là, ont été particulièrement bien étudiées.

« Nous croyons, disent MM. J. Teissier et Roux, dans les *Archives de Neurologie* de 1898, que dans la syphilis gommeuse, c'est encore aux intoxications qu'il faut avoir recours pour l'explication des poussées aiguës, des périodes d'exacerbations dans lesquelles les phénomènes irritatifs acquièrent un maximum d'intensité. »

M. le professeur Pierret y a insisté maintes fois et y est revenu dans les thèses de nombreux élèves.

Avec Cuzin (thèse, Lyon, 1899), il nous montre l'influence des auto-intoxications dans l'apparition des douleurs fulgurantes chez les tabétiques, dont l'émonctoire intestinal ne fonctionne pas. Aussitôt que la constipation opiniâtre, si fréquente dans le tabes, disparaît, les phénomènes douloureux disparaissent à leur tour ou sont tout au moins considérablement diminués.

Dans celle d'Audan (thèse, Lyon, 1902), il montre ces bouffées

délirantes qui viennent se superposer au tabes et l'ont fait prendre souvent pour de la paralysie générale. Aussitôt l'intoxication corticale disparue, le délire s'amende et le malade redevient ce qu'il était avant, simplement tabétique.

Dans la thèse de Cornu (thèse, Lyon, 1902), il propose une théorie séduisante de la genèse de la migraine et du rôle qu'y jouent les intoxications par l'intermédiaire du spasme vasculaire.

« Cette notion expliquerait la prédisposition migraineuse et le rôle des intoxications dans la pathologie cellulaire ; la cellule nerveuse anémiée, moins pourvue d'oxygène, se défend mal contre les intoxications et traduit son irritation par un fonctionnement irrégulier. A son tour, le foyer migraineux constitue bientôt une sorte de confluent toxique, un lieu d'élection facilement vivifié par les toxines capables d'en faire, à l'occasion, un centre d'encéphalite aiguë. » (*Loc. cit.*, p. 18.)

On ne peut donc nier ce premier point qu'une intoxication intercurrente donne à une affection nerveuse une allure spéciale qui disparaît aussitôt que disparaît cette intoxication.

Un deuxième point également vrai, c'est que des causes pathologiques différentes ont tendance à se localiser à un même système centripète ou centrifuge et donnent lieu à des syndrômes semblables.

Une notion nouvelle en découle tout naturellement, c'est la question du pronostic, qui est évidemment bien moins sombre, lorsque la cellule est encore peu touchée par l'intoxication, que cette dernière est moins intense ou que le traitement a été plus précoce.

Cette amélioration du pronostic des maladies nerveuses a été souvent notée.

« Nous pensons, dit C.-H. Hughes (in *The alienist and neurologist*, juillet 1899, p. 383 à 389), que le mal va rapidement évoluer. Mais voilà, au contraire, que les symptômes restent stationnaires et le mot *progressif*, présumé caractéristique de la maladie, est mal placé. »

Dans une séance de la Société de Neurologie de 1902, MM. Ballet et Marie en voient la raison, tout au moins pour ce qui concerne le tabes, dans un diagnostic plus précoce notamment pour les cas frustres et un traitement mieux appliqué.

M. Raymond admet qu'il y a deux choses à considérer : des lésions simplement syphilitiques améliorées par le traitement et des lésions tabétiques définitivement constituées.

M. Babinski reconnaît que le tabes est plus tôt diagnostiqué, mais il pense que certains cas sont bénins du fait que le virus originel est, lui aussi, bénin.

Nous pensons qu'il faut généraliser et envisager sous un même jour tous ces syndrômes : un système est-il la proie d'une toxi-infection quelconque, dans le sens le plus large ? tout dépend de la durée de l'action ou de l'intensité du poison.

Dans certains cas, il ne s'agit que d'une simple imprégnation de l'élément nerveux, capable de donner lieu à des symptômes d'une certaine gravité, mais cependant d'un pronostic très favorable si on l'envisage sous le jour où nous le présentons.

Nous apportons, à l'appui de notre thèse, les observations de quatre malades de la Clinique médicale de Grenoble, qui ont présenté des symptômes, indices d'un trouble profond du système nerveux et d'une intoxication manifeste de tous les appareils et chez lesquels un traitement énergique et la suppression du poison ont fait disparaître la totalité ou la majeure partie des troubles.

Dans l'observation n° 1, le malade, alcoolique avéré, présentait des troubles pupillaires, inégalité avec mydriase et signe d'Argyll Robertson, de l'exagération du réflexe patellaire, des troubles de la parole et de l'intelligence.

Le deuxième malade, alcoolique et syphilitique, présente d'abord du coma avec dilatation et inégalité pupillaire sans aucune réaction, puis consécutivement du délire avec agitation et troubles de la mémoire, les autres symptômes persistant.

Enfin le troisième, paludéen avéré, est un pseudo-asthénique avec abolition des réflexes, myosis, inégalité pupillaire, retard des opérations psychiques.

Chez ces trois malades, nous trouvons de plus des signes de l'insuffisance hépatique et rénale.

Les signes pupillaires, l'abolition des réflexes ont disparu chez tous les trois.

Nous n'avons vu signaler que très peu de cas d'amélioration des phénomènes oculaires.

Aubrée, dans sa thèse (Paris, 1903), en cite quelques-unes, mais d'une manière obscure et peu précise.

Nous ne parlons pas, bien entendu, de l'inégalité, mais de l'absence de réflexe.

Les troubles psychiques ont de plus disparu chez l'alcoolique et le paludéen. Seul le syphilitique alcoolique a conservé du délire avec agitation qui a nécessité son internement dans un asile.

Dans la quatrième observation, l'intoxication était d'origine urémique.

Le malade, en effet, alcoolique moyen de longue date, est un artério-scléreux avec albuminurie.

Il présentait surtout des troubles psychiques : obnubilation, idées peu précises de persécution, idées d'indignité.

Le régime lacté avec régulation de l'appareil digestif amena la disparition de tous ces symptômes en trois semaines.

Ce qui frappe en effet chez ces malades, c'est l'état de dénutrition, d'insuffisance et de souffrance de tous les appareils, particulièrement du tube digestif et du foie.

Les professeurs Teissier et Pierret, à Lyon, M. Klippel, à Paris, ont insisté sur le rôle des insuffisances hépatiques et rénales dans les intoxications du système nerveux.

« De même, dit M. Teissier *(loco citato)*, l'insuffisance relative des émonctoires entraînant l'accumulation progressive des substances destinées à l'élimination rénale quotidienne pourra provoquer, indépendamment même des accidents dramatiques de l'urémie, des paralysies cérébrales partielles, des altérations spinales ou névritiques, au même titre que l'intoxication saturnine ou mercurielle. »

D'autre part, dans son opuscule sur la Grippe Influenza, il insiste sur le rôle des altérations du foie dans les complications nerveuses éloignées de la grippe.

M. le professeur Pierret a décrit des altérations médullaires d'origine hépatique.

On retrouve l'exposition de ces diverses notions dans les thèses de Raphelly (Lyon, 1889) et Bronner (Lyon, 1882).

L'un de nous (Porte, *Dauphiné Médical*, juillet 1895) a vu des névrites périphériques au cours de l'ictère catarrhal.

Chez nos malades, le rétablissement des émonctoires et du fonctionnement hépatique a été suivi rapidement de la disparition des symptômes et l'on peut s'expliquer facilement la genèse des accidents par une imprégnation cellulaire transitoire du poison retenu dans l'organisme à la faveur de l'insuffisance hépato-rénale, laquelle elle-même n'avait dû apparaître que sous l'influence de l'état d'embarras gastrique prononcé que tous présentaient.

Voici ces quatre observations dont nous pouvons rapprocher la première observation de Guttmann citée plus haut :

Observation n° 1. — V. E..., 32 ans, maçon.

Antécédents héréditaires. — Rien de spécial : père vivant, 82 ans ; mère vivante, 63 ans, rhumatisante. Sept frères ou sœurs en bonne santé.

Antécédents personnels. — Rien à signaler, ni pendant l'enfance, ni pendant l'adolescence, ni pendant le service militaire.

Le malade nie la syphilis.

Il avoue l'alcoolisme, trois ou quatre litres de vin par jour avec un ou deux verres d'eau-de-vie, indépendamment de quelques apéritifs.

Depuis quelques années il s'enrhume facilement l'hiver, tousse, expectore des crachats épais légèrement striés de sang, a des épistaxis fréquentes. Il constate qu'il maigrit.

Enfin il est ordinairement constipé.

Il y a un mois et demi, il est pris de frissons, de maux de tête avec courbature générale. L'appétit disparaît et il a une soif continuelle.

Ces divers symptômes l'obligent à cesser son travail et à s'aliter.

Depuis quinze jours la toux persiste, les forces disparaissent. Les épistaxis se répètent assez abondantes.

Entrée le 13 mai à la Clinique. — Température 38° 5. Le malade est obnubilé ; il répond d'une façon vague aux diverses questions qui lui sont posées.

Le facies est terreux, subictérique ; les conjonctives injectées dénotent très bien l'ictère. Le malade qui a les malléoles enflées se plaint d'une grande lassitude.

La peau est sèche, les cheveux ternes. Les régions ombilicales et lombaires sont douloureuses à la pression.

Appareil respiratoire. — Quelques crachats teintés de rouge ; toux peu fréquente. Les vibrations thoraciques sont diminuées dans le tiers inférieur du poumon gauche.

Il existe dans cette région de la matité avec diminution du murmure vésiculaire.

Du côté droit quelques râles fins congestifs à la base avec respiration saccadée au sommet.

Les épistaxis ne reparaissent pas après son entrée.

Appareil circulatoire. — Pouls 72, hypertendu.

A l'auscultation peu de chose ; le premier bruit légèrement assourdi.

Appareil digestif. — Langue saburrale ; pas de vomissements ; inappétence. Subictère généralisé.

La matité du foie est diminuée et ne s'étend que sur 4 centimètres, sans atteindre le bord inférieur des côtes.

La rate n'est pas perceptible.

Appareil urinaire. — A l'entrée, urines rares et foncées.

Ni sucre, ni albumine.

Réaction de Gmelin.

Système nerveux. — Sensibilité normale pour tous les genres.

Motricité intacte. La parole est un peu embrouillée, mais il n'y a pas d'achoppement.

Les réflexes rotuliens sont exagérés surtout à gauche.

Pas de tremblements.

Signe de Babensky et réflexes antagonistes de Schœffer, à gauche. Les autres réflexes normaux.

Pas de Romberg.

Organes sensoriels. — Les pupilles sont dilatées, nettement inégales et réagissent très mal à la lumière, bien à l'accommodation.

État mental. — Le malade est très obnubilé ; il répond très mal aux questions. Il se trompe sur son âge, sur la date du jour et ne fait pas correctement les opérations d'arithmétique les plus simples, telles que l'addition. En résumé, troubles de toutes les opérations psychiques.

Le 14 mai. — Dans la nuit le malade a une débâcle urinaire ; l'état de demi-rétention a disparu, les urines sont redevenues claires et l'œdème malléolaire a disparu.

La température redevient normale ; les autres symptômes persistent.

Le 20 mai, on a mis le malade au traitement mercuriel, malgré qu'il nie la syphilis.

De plus, on lui a donné une médication évacuante et désinfectante : purgations, grands lavements froids, benzonaphtol à l'intérieur.

L'inégalité pupillaire a disparu ; les réflexes reparaissent et les troubles intellectuels s'améliorent notablement. Les réflexes rotuliens restent exagérés.

Le 24 mai, réapparition de l'inégalité pupillaire, accompagnée de pollakiurie, polyurie, douleurs à la miction. Disparition complète des troubles psychiques.

Le 2 juin, les divers symptômes ont disparu petit à petit, notamment l'inégalité pupillaire, le subictère, l'exagération des réflexes, les troubles psychiques et de la parole, et le malade, revenu à l'état normal, peut sortir de l'hôpital.

OBSERVATION N° 2. — G. H..., 31 ans, mineur.

Antécédents héréditaires. — Aucun renseignement.

Antécédents personnels. — Fièvre typhoïde à l'âge de 9 ans.

Alcoolisme.

Syphilis probable pendant le service militaire. Le malade, dans son délire, reconnaît avoir absorbé du mercure à cette période.

Il y a 9 jours, pendant son travail, il tombe sans connaissance.

Depuis il retombe deux fois sans mouvements convulsifs.

Entrée à l'Hôpital le 24 mai, il est complètement dans le coma, les yeux fermés ; si on cherche à le tirer de sa torpeur, il fait quelques mouvements de la tête, ouvre à de rares intervalles ses deux yeux, et l'on peut constater que les pupilles sont dilatées, très inégales et ne réagissent pas à la lumière.

Le malade présente du subictère généralisé marqué sur les conjonctives.

Appareil digestif. — Langue saburrale ; la matité hépatique dépasse légèrement le rebord costal.

La matité splénique est perceptible sur trois travers de doigt.

Appareil circulatoire. — Pouls à 56, très ralenti, plein. Rien au cœur.

Appareil respiratoire. — Rien à signaler.

Appareil urinaire. — Urines rares, très foncées. Nombreux pigments biliaires. Réaction de Gmelin. Abondant dépôt d'urates.

Albumine en petite quantité. Pas de sucre.

Système nerveux. — Pas de paralysie. Vu l'état semi-comateux, on ne peut qu'apprécier approximativement la motricité qui semble intacte. Réflexes légèrement exagérés. Trépidations épileptoïdes très marquées à droite.

Signe de Babensky.

Signe de Kernig.

Sensibilité intacte pour tous les genres.

Appareil sensoriel. — Inégalité pupillaire, avec dilatation sans aucune réaction.

Strabisme intermittent.

Système lymphatique. — Ganglions inguinaux et sous-occipitaux.

Traitement. — Purgations, lavements froids, frictions mercurielles.

Le 26 mai, la torpeur diminue, le coma disparait. On peut obtenir quelques réponses. Le malade présente d'ailleurs un état de subdélire, il se croit toujours dans son pays, répond aux questions, il bredouille. Les opérations intellectuelles sont très défectueuses ; mémoire, association des idées, etc., pas de délire systématisé.

Le 28 mai, le coma a disparu complètement, mais il a été remplacé par un état d'agitation, surtout marqué la nuit.

Le malade se masturbe très fréquemment. Les phénomènes du côté du système nerveux semblent s'atténuer.

L'état d'embarras gastrique avec subictère persiste.

On continue le traitement évacuant, associé au traitement mercuriel.

L'état persiste, mais pendant les jours suivants, à remarquer une diminution des réflexes pupillaires et des autres réflexes.

Le 4 juin, les troubles de l'appareil digestif sont très améliorés.

Le 6 juin, l'inégalité pupillaire a disparu ainsi que la dilatation. Il ne persiste qu'une certaine paresse du réflexe à la lumière.

Disparition de l'ictère, de l'embarras gastrique, de l'albuminurie.

Le malade boit, mange, mais présente un état constant de subdélire, avec légère confusion mentale, accompagné d'agitation surtout la nuit. On est obligé de l'isoler et deux jours après de l'envoyer à l'asile de Saint-Robert.

Observation n° 3. — G. J. ., 35 ans, boulanger.

Antécédents héréditaires. — Rien à signaler. Parents vivants en bonne santé.

Antécédents personnels. — Il a eu la fièvre muqueuse à 14 ans. Pas d'autre maladie jusqu'à 21 ans, époque où il part pour le service militaire.

Il reste un an et demi au Tonkin où il contracte les fièvres paludéennes et reste à l'hôpital pendant quatre mois et demi pour fièvre, anémie, congestion du foie.

Un an et demi après il est libéré, rentre au pays et reprend son travail. Il se marie et a un enfant qui est toujours en bonne santé.

Pas de syphilis. Il nie les excès alcooliques.

Vers 30 ans, il contracte une affection pulmonaire indéterminée qui l'empêche de travailler pendant un mois et demi.

Depuis ce moment il n'a jamais été bien portant, il s'enrhume facilement, il a constamment de la faiblesse générale.

Au mois de février, il constate sur ses jambes, ses cuisses et ses bras une éruption cuivrée, accompagnée de démangeaison nocturne. Il n'a jamais eu ni maux de tête, ni maux de gorge.

A partir du mois d'avril la faiblesse augmente. Le malade maigrit, il a de l'inappétence, du dégoût pour l'alimentation carnée. Il saigne du nez fréquemment et il est obligé de quitter complètement son travail.

Entrée à l'Hôpital le 26 mai 1904. — Facies terreux avec injection des conjonctives. Le malade assez amaigri, qui ne paraît pas souffrir, semble absorbé par des idées lointaines. Il a de temps en temps des mouvements choréiformes de la tête avec clignements d'yeux. Ce qu'il présente surtout c'est un état de pseudo-asthénie intermittente. Lorsqu'on lui parle on le tire assez facilement de cet état et il répond sans trop de peine, mais il a l'air absorbé soit par des hallucinations, soit par des idées qu'il ne peut définir.

On constate sur les membres inférieurs et la partie postérieure du thorax une éruption cutanée sans caractère spécifique.

Il n'a pas de fièvre : 37° 5.

Appareil digestif. — Langue très saburrale : pas de vomissements.

On constate une pigmentation sur la muqueuse de la face interne des joues, rappelant celle des Addisonniens.

Le foie est petit. Sa matité n'atteint pas le rebord costal. Au contraire la matité splénique est perceptible sur trois travers de doigt et cette région est sensible à la pression.

Le malade est très constipé.

Appareil circulatoire. — Rien à signaler.

Appareil respiratoire. — Rien d'anormal.

Appareil urinaire. — Urines rares et foncées. Ni sucre, ni albumine.

Système nerveux. — La motricité est intacte.

Pas de troubles de sensibilité.

Les réflexes rotuliens sont abolis. Le signe de Babensky existe des deux côtés. Pas de Romberg ; pas de troubles de la démarche.

Pas de tremblements.

Organes des sens. — Myosis bilatéral, avec légère inégalité.

Les réactions à la lumière et à l'accommodation sont paresseuses et peu sensibles.

État mental. — Les opérations psychiques se font bien, quoique lentement. Le malade présente un certain degré de mélancolie.

Traitement évacuant, purgations, antisepsie intestinale.

De plus, quinine à haute dose à l'intérieur.

Le 30 mai, les symptômes d'embarras gastrique sont amendés, mais les autres signes sont persistants. Néanmoins l'état d'abattement disparaît.

Le 2 juin, les signes pupillaires disparaissent.

Le malade commence à se lever.

L'état s'améliore lentement, les divers symptômes s'amendent, sauf l'état de tristesse et d'abattement qui persistent à un degré moindre cependant. Le malade peut sortir enfin de l'hôpital et reprend son travail.

Observation n° 4. — C. F..., 42 ans, cultivateur.

Antécédents héréditaires. — Père et mère vivants, en bonne santé.

Une sœur aurait été enfermée dans un asile d'aliénés.

Antécédents personnels. — Rien à signaler. Le malade a fait son service militaire. Il nie la syphilis.

Il reconnaît un léger alcoolisme : deux à trois litres de vin par jour, un peu d'eau-de-vie le matin et l'apéritif le dimanche.

Il n'avait jamais été malade lorsque, il y a quelques jours, il est devenu triste, croyait que certaines personnes lui en voulaient, croyait lui-même être capable de nuire aux autres ; mais ces idées, quoique peu précises, le rendaient incapable de faire son travail et nécessitaient son entrée à l'hôpital.

Entrée à la Clinique le 17 février 1905.

Température : 37°5.

Le malade paraît préoccupé et ne répond pas très facilement aux questions qu'on lui pose. Il ne paraît pas disposé tout d'abord à exposer son état, puis, peu à peu, il reprend confiance et nous donne quelques renseignements.

Appareil respiratoire. — Rien à signaler.

Appareil circulatoire. — Rien de spécial, sauf le premier bruit un peu sourd, pas de bruit de galop.

Appareil digestif. — État prononcé d'embarras gastrique, langue saburrale, constipation.

Foie petit, non douloureux.

Appareil urinaire. — Un peu de polyurie. 1.800 grammes d'urine par 24 heures.

Pas de sucre.

1 gr. 20 d'albumine par litre.

Système nerveux :

Motricité. — La force musculaire est assez diminuée.

Tremblements fibrillaires de la langue, des extrémités et des paupières.

Pas de troubles de la parole.

Sensibilité normale pour tous les modes.

Réflexes rotuliens normaux.
— crémastérien conservé.
— abdominal —
— pharyngien —
— cornéen très diminué.

Pas de signe de Babensky.

Pas de signe de Romberg.

Organes des sens. — Rien de spécial. Les réflexes pupillaires sont normaux.

État mental. — Léger degré d'obnubilation. Le malade ne se décide que difficilement à causer.

Son état mental se résume en quelques idées de persécution sans grands caractères de fixité; il sait qu'on lui en veut, mais ne peut préciser qui. Sa femme, ses enfants, ses amis, tout est bon pour lui.

Il est désolé d'être dans cet état et d'affliger ainsi sa famille par cette maladie.

Il croit qu'il devient aliéné et qu'on va bientôt le faire interner.

Il fait remonter ses accidents psychiques à une forte émotion qu'il a eue. Un veau de son étable étant malade il avait été obligé de le saigner lui-même et cela lui avait causé un très grand ennui.

Traitement. — Purgation puis régime lacté absolu.

L'albuminurie, dont on n'a pu retrouver la cause, diminue assez rapidement.

En même temps l'état mental s'améliore.

Les idées de persécution disparaissent et le malade peut rentrer chez lui au bout de quinze jours, à peu près complètement rétabli.

REMARQUES SUR LA RECHERCHE CLINIQUE DES ALBUMINOÏDES URINAIRES

Par M. le Dr JACQUEMET,
Professeur suppléant à l'École de Médecine.

Bien qu'elle eût été découverte en 1770 par Cotugno qui, chauffant des urines d'hydropiques, obtint une matière analogue au blanc d'œuf coagulé, l'albuminurie ne fut prise en sérieuse considération que plus de cinquante ans après, lorsque les travaux de R. Bright eurent démontré les relations qui l'unissent aux affections rénales. L'importance d'une pareille découverte ne pouvait échapper et, dès ce moment, on se préoccupa de demander à l'examen des urines l'appoint journalier de ses précieux enseignements : l'urologie clinique était née.

Le perfectionnement graduel des méthodes devait accompagner et faciliter tout à la fois l'évolution ascendante de cette branche nouvelle : c'est effectivement ce qui advint, sous l'impulsion simultanée des chimistes, des physiologistes et des cliniciens. Par malheur, la complexité du problème s'est de jour en jour montrée plus grande : si une plus parfaite sensibilité du réactif lui permet de saisir des traces infimes d'une substance albuminoïde donnée, sa puissance de pénétration ou de dissociation lui facilitera trop souvent aussi la possibilité de capter à défaut de celle-ci, dans un corps chimiquement assez voisin, tels radicaux suffisants à lui faire produire une manifestation positive. Cela est d'autant plus aisé que l'instabilité des matières protéiques est relativement grande, et que les limites qu'on leur a artificiellement assignées deviennent souvent bien fragiles.

L. Moll[1], chauffant à 56° pendant une demi-heure du sérum

[1] *Beitr. zur Chem. Phys. und Path.*, t. IV, 1903.

sanguin, transforme la sérine en globuline ; Th. Osborne[1], par la simple présence de l'eau tiède, amène avec une grande facilité le changement d'une globuline, l'édestine, en sa protéane, c'est-à-dire en un produit insoluble d'hydrolyse dont les réactions sont sensiblement celles des histones (on sait que ces dernières ressemblent sur plus d'un point aux peptones). En présence de telles constatations, que penser de l'action de nos réactifs, le plus souvent chargés d'acides et employés d'ordinaire à la température de l'ébullition ! Une grande prudence évidemment s'impose dans l'appréciation des résultats et dans l'interprétation qu'il convient de donner aux faits observés.

D'autre part, devant la haute spécificité cellulaire que traduisent si rigoureusement les sensibilisatrices et les précipitines, jusqu'à quel point sommes-nous autorisés à assimiler aux actes de la digestion gastrique ou intestinale les processus obscurs de protéolyse qui peuvent se dérouler dans l'intimité de nos tissus, et dans quelles limites pouvons-nous identifier les molécules protéiques également fractionnées par hydrolyse dans l'un et l'autre cas ? En d'autres termes, une albumose urinaire sera-t-elle la reproduction intégrale d'une albumose digestive, l'étiquette d'origine seule étant changée ? Et s'il n'en est pas ainsi, si une distinction d'ordre chimique doit être établie entre elles, quelles en sont la nature et la portée au point de vue de l'urologie clinique ?

Il résulte de tout ceci qu'on ne saurait demander à la recherche des albuminoïdes de l'urine la rigueur qu'on a coutume de trouver dans la détermination de ses principes minéraux, et aussi que les méthodes employées pour cette recherche comportent une part de conventions que certains, ne soupçonnant pas, transgressent plus ou moins, attribuant ensuite à l'insuffisance du procédé des erreurs qui ne sont imputables qu'à eux-mêmes.

Ces réserves faites, on peut tenir pour valables une classification générale et une série de moyens d'investigation dont une expérience déjà longue a prouvé sinon l'exactitude parfaite, du moins l'incontestable utilité...

L'examen clinique des urines, celui qu'on pratique, selon l'expression consacrée, « au lit du malade », ne s'accommode ni d'une ins-

---

[1] *Zeitschrift für physiol. Chem.*, XXXIII, 240-264.

trumentation compliquée, ni de manipulations par trop délicates ; quelques réactifs seulement doivent pouvoir permettre à l'observateur d'acquérir une connaissance suffisamment précise et détaillée des substances protéiques qui se présentent à lui : mais encore faut-il que ces réactifs aient été choisis parmi ceux dont l'usage comporte, avec la rigueur nécessaire, le minimum de causes d'erreur.

On ne doit jamais s'en tenir aux seules indications fournies par l'un d'entre eux, quel qu'il soit : il est au contraire indispensable d'en comparer plusieurs et de contrôler l'un par l'autre leurs résultats parfois notablement divergents.

C'est dans ces conditions qu'ont été effectuées les recherches dont je vais maintenant exposer les résultats, et qui portent principalement sur des points encore mal connus ou négligés. Au cours de cette étude je passerai volontairement sous silence les notions acceptées sans conteste pour m'attacher à l'examen de certaines questions controversées et essayer d'en dégager quelque enseignement.

Ainsi seront envisagés les albumines spéciales (alb. acéto-solubles, alb. dissimulées, alb. thermolytiques, alb. cryolytiques), les albumoses, les phosphoprotéides et un glycoprotéide, la mucine, avec quelques-uns des problèmes intéressants que soulèvent leur recherche et leur détermination. On ne s'étonnera point qu'il ne soit pas question des peptones, l'existence même de la peptonurie étant fortement mise en doute, et d'ailleurs les procédés utilisés pour caractériser ces corps n'étant pas praticables en clinique.

Mais auparavant je désire exposer quelques remarques suggérées par les analyses que j'ai effectuées, touchant l'emploi de certains réactifs ou la présence de certaines substances.

II

LES URATES. — REMARQUES SUR QUELQUES RÉACTIFS : ACIDE AZOTIQUE, ACIDE CITRIQUE, ÉTHER, SULFATE D'AMMONIUM, FERROCYANURE DE POTASSIUM.

Les **Urates**, et en particulier l'urate acide de sodium, sont susceptibles, dès que leur taux s'élève sensiblement au-dessus de la normale, de vicier *toutes* les expériences dans lesquelles le réactif est

acide, et c'est le cas pour la grande majorité de ceux que nous employons. L'acide urique est en effet déplacé avec la plus grande facilité de sa combinaison avec la base et précipité sous forme d'une poussière finement granuleuse qui reste en suspension; dans certains cas, la ténuité des grains est extrême et telle que le nuage ne se différencie plus des fins précipités de matières protéiques. Il est vrai qu'on recommande, pour éviter l'erreur, de chauffer. Mais d'abord il est indispensable de décanter dans un tube, avec une pipette, le précipité à étudier; sinon la chaleur engendre des courants, parfois des remous, qui diffusent le réactif lui-même au sein du précipité, ce qui fausse évidemment les conditions de l'expérience. En second lieu, dans des urines fortement acides, souvent assez chargées de sels minéraux, le point de coagulation de certaines albumines se trouve considérablement abaissé, de sorte qu'au moment où les urates seraient sur le point de disparaître peut surgir un louche albumineux. Enfin je demande quelle valeur présente cette précaution lorsque le nuage est formé d'albumoses qui se dissolvent également sous l'action de la chaleur, cas certainement plus fréquent qu'on ne le suppose.

Comment et à partir de quelle dose se produit la précipitation?

Pour élucider cette question, prenons deux solutions d'urate acide de sodium dans l'eau distillée, l'une A de 40 centigrammes pour 1.000 grammes (taux considéré comme physiologique), l'autre B de 80 centigrammes (teneur couramment atteinte dans les états fébriles), et faisons arriver chacun de ces liquides respectivement sur les réactifs suivants: acide azotique, a. citrique[1], a. acétique, a. trichloracétique, ferro-cyanure de potassium acétique, réactif de Tanret, r. de Boureau, r. d'Amann, sulfate d'ammonium, chlorure d'ammonium, éther.

Nous remarquerons que, avec la solution A, il ne se produit pas de louche véritable; toutefois, en regardant les tubes sur fond noir, on peut distinguer de petits cristaux extrêmement ténus qui agités sous une incidence lumineuse favorable scintillent par éclairs.

Il faut faire exception pour les deux sels d'ammonium qui, au contraire, ont fourni un abondant anneau blanchâtre, — propriété

---

[1] En solution aqueuse saturée.

qu'on doit retenir, car c'est sur elle qu'est basé le procédé général d'élimination de l'acide urique. — L'urate d'ammoniaque ainsi formé se dissout à chaud.

Quant à l'éther, son aspect n'a absolument pas varié.

Les choses ne se passent plus ainsi avec la solution B. *Tous les réactifs acides précédemment cités* (c'est à-dire les huit premiers) fournissent un précipité immédiat ou presque immédiat ; ce précipité est plus ou moins accentué selon les cas (au minimum avec le r. de Boureau, au maximum avec l'a. citrique) et soluble à chaud. Le sulfate et le chlorure d'ammonium donnent un épais nuage d'urate ammoniacal. Comme plus haut, l'éther seul ne manifeste aucun changement, même après une agitation vive et prolongée : notons en passant cette intéressante particularité.

Une solution saturée d'acide urique dans l'eau distillée, traitée exactement comme celle d'urate de soude, est restée absolument inaltérée.

Sauf quelques exceptions, dans toutes les réactions effectuées chaque jour en vue de la recherche des albuminoïdes urinaires, il sera donc nécessaire de prendre garde à l'acide des urates. Il ne faudrait cependant pas exagérer les minuties. Si j'ai quelque peu insisté sur ce point c'est qu'il m'a semblé qu'on faisait trop facilement bon marché — en laissant tomber le mot « urates » dès qu'un louche léger disparaît à chaud — des fins précipités de protéoses, et qu'ainsi la clinique était à la légère aiguillée sur une mauvaise voie. Mais dans la pratique on arrive assez rapidement à distinguer les précipités uratiques à leur aspect grenu un peu particulier ; et lorsqu'à ce caractère vient se joindre une facile solubilité à des températures encore relativement basses, supportables à la main (40°–45° environ), on peut admettre qu'il s'agit bien d'urates : supposition que la réaction par l'éther permettra de vérifier. Ce n'est guère que lorsqu'il se trouvera en présence de ces louches légers, trop ténus pour être exactement saisis par la pipette, trop rapprochés du niveau du réactif[1]

[1] Tous les examens doivent être faits en utilisant la différence de densité ; c'est d'ordinaire le réactif qui est le plus dense et par conséquent devra être versé le premier ; on fera arriver par dessus, à l'aide d'une pipette et en penchant quelque peu le tube, l'urine à examiner. Ce tour de main, facile à acquérir, rend seul possible l'appréciation de nuances très délicates.

pour qu'on puisse échapper, en chauffant, aux courants importants de diffusion, que l'observateur sera conduit à contrôler de plus près la nature du précipité.

Pour éviter l'erreur imputable aux urates, il est un moyen bien simple : les supprimer ; mais ce moyen préventif n'est applicable qu'à une condition, c'est que sa mise en œuvre respecte les substances qu'on recherche et n'apporte aucune entrave au libre jeu des réactifs. Le procédé d'extraction électrolytique imaginé par Richter [1] n'étant pas utilisable en clinique, il sera nécessaire de faire appel à des agents chimiques. Or le sulfate et le chlorure d'ammonium sont naturellement désignés, grâce à la propriété qu'ils possèdent de lier sous forme d'urate d'ammoniaque l'acide urique contenu dans le liquide urinaire : c'est le corps que nous avons vu tout à l'heure, dans les expériences A et B, déposé à l'état floconneux. De ces deux sels il faut choisir le second, car le sulfate précipite à froid un grand nombre de matières protéiques. Nous opérerons donc ainsi que suit :

100 centimètres cubes d'urine soigneusement filtrée sont amenés à neutralité et agités avec 30 ou 35 grammes de chlorure d'ammonium pur. Lorsque le sel est fondu, ce qui arrive rapidement, on abandonne le tout au repos pendant une demi-heure, puis on filtre de nouveau avec soin de façon à obtenir un liquide parfaitement limpide. Par ce procédé, fort simple comme on le voit, l'urine a été privée de ses urates et aussi de la mucosine ou mucine qu'elle pouvait contenir, ce glycoprotéide étant précipité par les sels neutres d'ammonium (A. Gautier). Les autres albuminoïdes urinaires n'ont pas été atteints, et l'action des réactifs pourra s'exercer librement dans les conditions habituelles. Je me suis en effet assuré qu'une solution de chlorure d'ammonium à 35 pour 100 ne montre aucun précipité ou louche, si léger soit-il, avec les liquides suivants : acide acétique, a. trichloracétique [2], a. azotique, a. citrique [3], a. orthophosphorique [4].

---

[1] *Intern. Monatschr. für anat. und Physiologie*, XIX, 5, 153.

[2] Acide trichloracétique .... 1 volume.
Eau distillée .... 3 volumes.

[3] En solution aqueuse saturée.

[4] Id.

réactif de Tanret[1], r. de Boureau[2], r. d'Amann[3], éther. Par contre il se produit une précipitation avec le ferrocyanure de potassium acétique et le r. d'Esbach.

Seuls ces deux réactifs sont donc indisponibles ; le fait n'a quelque importance qu'en considération du premier, et encore cette importance est-elle réduite : en effet, le ferrocyanure est un réactif délicat, susceptible d'être « inhibé » (Kowalewski), bien moins sûr par conséquent et aussi bien moins sensible que l'acide trichloracétique, par exemple. La perte, au demeurant, n'est donc pas bien grande. Quant aux avantages du procédé que je viens de décrire, ils sont évidents : car non seulement il permet l'élimination d'une cause d'erreur dont l'appréciation peut parfois être ardue, mais encore, ainsi qu'on le verra plus loin, la présence du sel ammoniacal rend possible, dans les meilleures conditions, l'indispensable séparation des protéines qui doit précéder toute recherche d'albumoses.

Acide azotique. — L'acide azotique, le plus généralement usité de tous les réactifs, rend d'excellents services et doit être toujours consulté. Je n'ai pas à m'occuper ici de ses propriétés et de son mode d'emploi : mais je désire appeler l'attention sur deux particularités importantes concernant son action α) sur les urines dites résineuses et β) sur les urines albumosiques.

α) Il n'est pas un livre classique où l'on ne puisse lire ceci : le précipité d'albumine formé au contact de l'acide azotique peut être

---

[1] Iodure de potassium . . . . 3 gr. 22.
Bichlorure de mercure . . . . 1 gr. 35.
Acide acétique . . . . 20 c. cubes.
Eau distillée . . . . quantité suffisante pour 64 c. cubes.

[2] Acide sulfosalicylique . . . . 5 grammes.
Acide sulfophénique . . . . 15 —
Faites dissoudre à chaud.

[3] Bichlorure de mercure . . . . 10 —
Acide succinique . . . . 20 —
Chlorure de sodium . . . . 10 —
Acide acétique glacial . . . . 50 —
Alcool rectifié . . . . 250 c. cubes.
Eau distillée . . . . quantité suffisante pour 500 —

J'emprunte la presque totalité de ces formules à l'excellent *Précis d'Urologie clinique* de A. Létienne et J. Masselin, 1904, C. Naud.

simulé par un précipité dû à l'absorption de résines médicamenteuses (copahu, santal, térébenthine) et à leur passage dans les urines.

Or c'est là une erreur capitale : *les urines des sujets ayant absorbé de ces substances ne donnent de leur fait avec l'acide azotique aucun trouble, aucun précipité.* La preuve nous en est fournie par l'observation suivante :

Trois hommes, âgés de 18, 35 et 50 ans, atteints l'un de fracture du fémur, l'autre de névralgie sciatique, le troisième d'athétose, prennent chacun respectivement trois capsules de santal, copahu, térébenthine. Les urines, examinées avec le plus grand soin avant l'ingestion, étaient toutes parfaitement pures et exemptes de produits pathologiques. Trois heures après un échantillon est prélevé : les urines émises à ce moment exhalent de loin et très fortement, l'odeur caractéristique de chaque médication. Amenées avec précaution dans un verre à pied ou dans un tube au contact de l'acide azotique et examinées sous diverses incidences de lumière, avec des fonds variés, *aucune d'entre elles* n'a laissé apercevoir, ni de suite, ni ultérieurement le disque le plus léger, le louche le plus délicat, *selon l'avis unanime de plusieurs observateurs.* La seule particularité notable — et qui n'existait pas à l'examen précédent — était la présence d'une large auréole pigmentaire de couleur « fleur de pêcher » sensiblement aussi prononcée sur toutes les trois. Cette expérience, répétée le lendemain, a donné un résultat identique. Si d'autre part, ouvrant des capsules de santal, térébenthine ou copahu, on en fait écouler le contenu au fond de trois tubes et l'on verse au-dessus de l'acide azotique, on ne constate aucune modification. Il en est de même quand l'on agit sur des urines normales maintenues quelque temps au contact de ces résines, puis filtrées.

Si donc chez les sujets ayant absorbé des balsamiques on rencontre l'anneau dit « des résines », ce n'est point à ces substances qu'il faut en attribuer la production ; la cause réelle en paraît devoir résider souvent dans l'élimination de protéoses.

3) Les albumoses fournissent en effet avec l'acide azotique un précipité dont l'aspect varie avec leur quantité, du louche ténu au nuage épais : dans ce dernier cas, il peut simuler absolument celui que donnent les albumines. L'indication de cette importante cause d'erreur n'est que trop négligée dans les auteurs, et nous voudrions qu'on y insistât, car son éventualité est autrement fréquente que la

plupart des autres. Point n'est besoin de faire remarquer toute l'importance clinique d'une interprétation aussi inexacte. Cet exemple montre bien — je signalais ceci en 1898[1] — l'absolue nécessité qu'il y a de ne point se contenter de l'analyse par l'acide nitrique et d'instituer parallèlement, dans tous les cas sans exception, au moins l'épreuve par la chaleur. La comparaison des résultats fournis par l'un et l'autre de ces procédés est, en l'espèce, des plus décisives, puisque, au lieu de précipiter abondamment, les urines resteront claires, les albumoses n'étant pas coagulées même à l'ébullition. Je reviendrai plus loin sur ce point que je me contente de signaler ici, car la remarque précédente s'applique non seulement aux albumoses, mais encore aux phosphoprotéides (nucléoalbumines) et même, dans certaines conditions, à des albumines.

Acide citrique. — Dans leur important *Traité de l'Albuminurie et du Mal de Bright*[2], MM. Lecorché et Talamon recommandent vivement l'emploi, pour la recherche de la mucine, d'une solution saturée d'acide citrique. Voici en quels termes : « Cette solution « constitue un liquide d'une consistance sirupeuse et d'une densité « bien supérieure à celle de l'urine. On verse d'abord la solution « citrique dans le tube à expérience, et on laisse couler lentement et « doucement à sa surface l'urine... Si l'urine est normale, et « contient par conséquent une faible proportion de mucus, il faut « attendre une à deux minutes ; on voit alors apparaître, au point de « contact, un mince anneau ou un léger disque un peu trouble « fourni par la mucine précipitée. L'anneau ou le disque est d'autant « plus épais et se forme d'autant plus rapidement que l'urine est « plus riche en mucus...

« Au point de vue de la sensibilité, ce réactif est très supérieur à « l'acide acétique ; il décèle la mucine dans une urine où l'acide « acétique ne détermine aucun trouble. Il doit toujours être employé « concurremment avec les réactifs de l'albuminurie minima. On « pourra ainsi très souvent se rendre compte que l'anneau ou le « disque, obtenu avec ces réactifs, est dû à la mucine et non à « l'albumine précipitée : car ce même anneau apparaît avec les

---

[1] *Dauphiné Médical*, p. 159.

[2] O. Doin, 1888.

« mêmes caractères et le même aspect au contact de l'acide citrique, « lequel n'a aucune action sur l'albumine [1]. »

Cette citation un peu longue était nécessaire pour que fût bien précisée l'opinion des auteurs, opinion que le résultat de mes recherches m'a conduit à rejeter entièrement.

J'ai commencé par étudier l'action de l'acide citrique [2] sur les albumines (sérine, globuline). Ayant recueilli, avec toutes les précautions nécessaires, du sérum de porc, j'en ai préparé une dilution aqueuse au centième et j'ai constaté que sur ce liquide [3] l'acide citrique reste sans effet alors que les réactifs ordinaires (acide azotique, a. trichloracétique, Tanret, etc.) donnent le résultat bien connu.

J'ai ensuite essayé cet acide sur de nombreux échantillons d'urines, en combinant de diverses manières les expériences. Voici trois notes qui résument, en quelque sorte, tout ce que j'ai observé :

I. Homme de 45 ans, atteint de rétrécissement de l'urèthre. Les urines, reçues dans un verre conique, sont louches avec quelques filaments ; la réaction est acide. Au bout de quelques minutes, un léger dépôt [4] s'est collecté au fond du vase. Le liquide prélevé vers le milieu donne, avec le réactif citrique, un anneau blanchâtre très net, et, choisi vers le fond, un disque plus marqué. Cette urine, filtrée sur un papier grossier et non complètement éclaircie, donne encore un louche léger.

II. Enfant de 7 ans, bien portant. Urines claires, acides, amenées directement sur le réactif : résultat nul. Au bout de deux heures s'est amassé au fond du verre un léger nuage de mucus qu'on saisit avec une pipette et qu'on porte sur l'acide citrique : il ne se produit pas trace de précipité

III. Femme, 24 ans, tuberculose pulmonaire. Les urines, de réaction acide, émises depuis quelques minutes à peine, contiennent une *proportion considérable* de mucine que l'on distingue très nettement, dans toute la hauteur de l'éprouvette, sous forme de nuages floconneux. Au bout d'un instant je prélève dans la partie inférieure, où se sont réunis insensiblement les flocons de mucine, une certaine quantité de liquide trouble qui est porté avec précaution au contact du réactif : *il est impossible de noter la moindre modification, ni immédiate, ni ultérieure.* Je répète plusieurs fois cette expérience et toujours j'arrive à la même constatation. Le lendemain j'obtiens, dans des conditions identiques, un résultat identique.

---

[1] Pages 82-83.

[2] Je désigne ainsi la solution saturée.

[3] Dont la teneur en albumine correspond à 70 centigrammes par litre.

[4] Fixé à l'alcool absolu, ce dépôt s'est montré formé principalement de cellules épithéliales (les unes intactes et prenant bien les colorants, les autres à divers stades de désintégration du cytoplasme et de la chromatine), et d'un certain nombre de leucocytes, également altérés.

Il devenait évident que ce n'est point la mucine proprement dite qui est précipitée par l'acide citrique, mais bien quelque substance étrangère qui l'accompagne souvent — quoique non toujours. — De là à soupçonner les albumines des cellules plus ou moins altérées contenues parfois abondamment dans ce mélange qu'on nomme le « mucus » urinaire, il n'y avait qu'un pas, vite franchi : et puisque la globuline ne précipite pas, nous l'avons vu, avec l'acide citrique, il ne restait plus à incriminer que les protéides phosphorés contenus dans les noyaux et accessoirement dans les corps cellulaires.

Je fus donc conduit à étudier, dans leurs rapports avec nos réactifs urologiques, les « nucléoalbumines » et j'en préparai une certaine quantité en suivant rigoureusement les indications données par F. Malengreau [1]. Le corps que j'ai obtenu, une poudre blanchâtre d'odeur particulière, est un mélange des deux nucléoalbumines A et B de l'auteur belge, qui correspondent respectivement au nucléoprotéide et au nucléohistone de Lilienfeld. (D'ailleurs, étant donné notre point de vue spécial, cela n'a absolument aucune importance. Or j'ai constaté le fait suivant :

Une solution de ces phosphoprotéides à 20 centigrammes pour 1.000 grammes dans la soude au millième précipite très nettement en présence de l'acide citrique : ce précipité n'est pas modifié par la chaleur.)

Tout commentaire affaiblirait la portée de cette constatation.

Il est donc démontré que le précipité obtenu sur les urines avec l'acide citrique, et attribué par MM. Talamon et Lecorché à la mucine, n'est pas dû à ce glycoprotéide, mais bien aux protéides phosphorés. J'ajoute qu'il peut aussi être dû à des albumines particulières, que je décrirai plus loin sous le nom d' « albumines dissimulées » et d' « albumines cryolytiques ».

Éther. — Le coagulum caractéristique que j'ai, pour la première fois, signalé en 1898 [2], ce bloc clair et ferme, cette gelée homogène que l'éther forme avec les albumoses peut aussi être produit par d'autres substances protéiques, car la réaction a un carac-

---

[1] *La Cellule*, 1900, p. 340 sq., et 1901, p. 285-310.

[2] *Dauphiné médical*, n° 7, p. 156.

tère général [1] ; mais il faut remarquer qu'avec les albuminoïdes à grosse molécule il est moins parfait comme cohésion et moins aisément obtenu qu'avec les protéoses. Cette différence s'explique par la rapidité plus grande de coagulation de ceux-là, rapidité qui ne permettrait pas une division suffisamment fine de l'éther : une vive agitation, « brisant les premières pellicules sphérulaires [2] » d'albumine coagulée et facilitant cette division, devient nécessaire, ce qui n'est pas le cas pour les albumoses. C'est pour cette raison que lorsque dans une urine il existe — cela est très fréquent — un mélange de protéoses et de protéines, la réaction est beaucoup plus vigoureuse après qu'avant l'élimination de ces dernières.

Mais si la plupart des albuminoïdes urinaires fournissent avec l'éther une réaction positive, il est une exception intéressante à cette règle : elle concerne la mucine. Rien ne ressemble moins au véritable coagulum, lequel, je le répète, est un tout transparent, homogène et de même venue, que l'ensemble irrégulier et sans cohésion formé par la mucine et l'éther. Dans ce cas, dès qu'on a cessé d'agiter le tube, il se produit très rapidement un fractionnement : au-dessus du niveau de l'urine se voit une sorte d'amas grisâtre et floconneux épais d'un, deux, trois millimètres au plus ; puis commence la couche d'éther qui, *loin de s'être prise en masse, a conservé toute sa mobilité*. C'est donc par un abus étrange et propice à toutes les confusions que certains ont imaginé de transformer en « coagulum de mucine » un résidu informe de balayage, sorte de scorie coagulée que l'éther a *entraînée*, selon l'expression si exacte de M. Labatut, mais sans permettre qu'elle s'unisse à lui. Et encore pareil fait n'est-il possible qu'avec des urines traitées directement ; après une filtration soignée, et *a fortiori* après sa précipitation par l'acide acétique *dans des conditions nettement fixées*, la mucine ne peut pas constituer pour la réaction par l'éther un cause de confusion dans la recherche des albuminoïdes. L'opinion contraire est une erreur manifeste qui provient de deux sources : 1° la méconnaissance de la composition du mucus urinaire et 2° une faute de technique, ainsi que je le montrerai plus loin [3].

---

[1] Consulter le remarquable mémoire de M. Labatut : Sur la valeur de la réaction éther-albumose. *Dauphiné Médical*, 1904, nos 7 et 8.

[2] Labatut, *loc. cit.*, p. 8.

[3] Voy. chap. VI.

Rappelons pour terminer que, seul de tous les réactifs cités plus haut[1], l'éther ne précipite pas l'acide des urates.

Sulfate d'ammoniaque. — Ce sel précipite les albumines et les albumoses. C'est un réactif sensible et très employé, mais qui n'est pas directement utilisable dans l'analyse des urines ; nous avons vu, en effet, qu'il donne aussi un précipité en présence de l'urate de soude, même à très faibles doses. On ne pourra donc s'en servir qu'après élimination complète de l'acide urique.

Ferrocyanure de potassium en solution acétique. — Réactif délicat, dont la sensibilité s'émousse parfois, soit au contact de substances connues, soit dans des conditions qui demeurent encore obscures. Kowalewski a montré qu'en présence du sulfate de magnésie, le ferrocyanure devient impuissant à précipiter de faibles quantités d'albuminoïdes. D'autre part, Descomps[2] et L. Martin[3] ont publié chacun une observation dans laquelle une albumine, nettement indiquée par l'acide trichloracétique, n'avait pu être décelée par le ferrocyanure de potassium. Étant donnés les faits précédents et aussi la facilité avec laquelle ce corps répond aux actions oxydantes, il conviendrait peut-être de formuler quelques réserves au sujet de la confiance absolue qu'on a, semble-t-il, tendance à lui accorder.

Je n'ai que peu de chose à ajouter en ce qui concerne d'autres réactifs. Celui de **Boureau** est très appréciable et vient, à mon avis, immédiatement après l'**acide trichloracétique,** lequel demeure de beaucoup le plus précieux, tant à cause de sa grande sensibilité que de la constance de son action. J'ai très souvent employé le réactif d'**Amann :** je n'en suis pas aussi satisfait que des deux précédents.

---

[1] Voy. p. 374.
[2] *Bull. de Pharmacie du Sud-Est*, 1904, n° 8.
[3] *Dauphiné Médical*, 1905, n° 1.

III

SÉRINE ET GLOBULINE. — ALBUMINES ACÉTO-SOLUBLES. — ALBUMINES DISSIMULÉES. — ALBUMINES THERMOLYTIQUES. — ALBUMINES CRYOLYTIQUES.

Sérine et globuline. — Ce qu'on appelle albumine urinaire est un mélange en proportions variables de sérine et de globuline provenant du sérum par un mécanisme non encore élucidé. Le rapport dans lequel on les trouve à l'analyse [1] varie, ainsi que l'a montré Ott [2], avec la réaction de l'urine, une plus grande acidité naturelle de ce liquide augmentant notablement la quantité de l'une, la globuline, aux dépens de l'autre. Cette particularité qu'il est bon de connaître n'a d'importance que pour le dosage respectif, car le chiffre total demeure le même.

Tout le monde sait rechercher l'albumine dans l'urine par la chaleur. Ce que l'on sait moins, c'est que ce procédé pourra donner des résultats très variables selon la réaction du liquide au moment de l'expérience et selon sa teneur en substances dissoutes. MM. Patein et Michel ont insisté avec raison, dans une communication récente [3], sur la nécessité d'opérer uniquement en milieu à peine acide quand on veut isoler par la chaleur les albumines proprement dites. C'est là une de ces conventions fondamentales dont je parlais plus haut, une base évidemment arbitraire (bien que cependant la seule qui présente quelque fixité), mais qu'on doit respecter sous peine d'inextricable confusion. De même en ce qui concerne l'adjonction d'un sel neutre, le chlorure de sodium par exemple, en quantité convenable, cette pratique donnant au procédé une sensibilité et une sûreté plus grandes.

La composition des urines étant chose infiniment variable, il faut se placer autant que possible dans des conditions identiques si l'on veut pouvoir faire fonds sur les résultats de l'analyse pour le diagnos-

---

[1] Par le sulfate de magnésie.

[2] *Prag. Medic. Vochenschr*, 1886, n° 7.

[3] *Répertoire de Pharmacie*, 1904, n° 7.

tic, le pronostic et la thérapeutique. Ainsi donc l'urine, avant d'être chauffée, devra être ramenée à neutralité, puis additionnée d'une quantité d'acide acétique juste suffisante pour produire l'acidité [1], et du sixième de son volume d'une solution saturée de chlorure de sodium. Dans ces conditions les substances protéiques coagulées par la chaleur appartiennent au groupe des albumines.

Mais toutes les protéines à grosse molécule seront-elles isolées par ce moyen? Entre l'albumine non dédoublée, dont la molécule polymérisée pèse 6.000 et la syntonine, dont le poids est de moitié moindre, il y a place, semble-t-il, pour une série de termes de passage qui représentent respectivement des tronçons de plus en plus courts de cette chaîne de groupes atomiques. On peut penser que dans certaines conditions, dont plus d'une reste encore à définir, quelques-uns de ces chaînons ne seront pas atteints par le procédé actuellement en question, alors qu'une modification même légère du milieu chimique les transformera suffisamment pour les faire rentrer dans la règle générale. C'est ainsi, croyons-nous, qu'on pourrait expliquer certaines anomalies qui surprennent au premier abord et dont nous parlerons dans un instant : albumines acéto-solubles, albumines thermolytiques, etc. Cette manière de penser trouve un appui des plus importants dans les observations encore clairsemées [2], mais qui iront certainement se multipliant, où l'on voit des procédés autrement sensibles que celui de la chaleur (acide azotique, ferrocyanure de potassium, réactif d'Esbach) impuissants à déceler des albumines que seul l'acide trichloracétique a pu mettre en évidence.

Par la méthode des précipitations fractionnées la globuline peut être décomposée en une série de termes, euglobulines et pseudoglobulines, comprenant chacune des produits insolubles et des produits solubles dans l'eau distillée. Sans nous dissimuler tout ce qu'il y a d'artificiel dans un tel partage, il semble cependant permis de voir en cette complexité particulière de la globuline la cause efficiente de certaines modifications curieuses sous lesquelles elle se présente parfois.

---

[1] L'orcéine, recommandée par M. Labatut, en donnant au liquide un ton violet (en milieu alcalin), rouge vineux (à neutralité) ou « pelure d'oignon » (en solution acide), facilite ces opérations toujours délicates.

[2] Descomps, L. Martin, *loc. cit.*

Ainsi MM. Chauffard et G. Gouraud [1] ont publié une observation des plus intéressantes où ils montrent la globuline — éliminée d'abord au taux de 25 grammes par jour — se prenant en une sorte de gelée diaphane sous l'action combinée de la chaleur et d'une quantité optima d'acide acétique; l'excès de ce réactif devenait solubilisant. Fait curieux, à une semaine d'intervalle et bien que l'albumine éliminée fût toujours de la globuline pure, la « gélification » ne se produisait plus: cette protéine s'était donc présentée à peu de jours de distance sous un aspect en quelque sorte allotropique.

L'acide acétique produit parfois sur les urines albumineuses des résultats tout particuliers. Dans certains cas il détermine un précipité qu'on pourrait confondre avec une nucléo-albumine et qui n'est autre, ainsi que l'a démontré Oswald [2], qu'une *fraction de la molécule* de globuline, celle qui correspond à l'euglobuline. D'autres fois, au contraire, il jouit de la propriété de redissoudre l'albumine lorsqu'elle a été coagulée par l'acide azotique, ou encore d'empêcher sa coagulation par la chaleur. M. Patein [3] a signalé le fait et appelé les protéines présentant cette particularité albumines acéto-solubles.

Albumines acéto-solubles. — « Ces albumines sont carac-
« térisées par les propriétés suivantes : 1° *coagulation totale par la*
« *chaleur en milieu neutre ou à peine acide* : 2° *absence de coagulation*
« *en milieu faiblement acidifié par l'acide acétique ; précipitation par*
« *l'alcool* dès que celui-ci est ajouté à l'urine en quantité telle que le
« titre alcoolique de la solution atteigne 50° ; 4° *précipitation à froid*
« *par l'acide nitrique* et *insolubilité de ce précipité à l'ébullition* (le
« précipité peut se dissoudre par addition d'alcool à 95°, mais ce
« fait n'est pas constant) ; 5° *absence presque constante de précipitation*
« *par le sulfate de magnésie* ; si cette précipitation a lieu, c'est qu'on
« se trouve en présence d'une globuline acéto-soluble [4]. »

Il faut rapprocher de ces albumines plutôt que des protéoses, semble-t-il, les protéines qui ont été décrites par M. J. Teissier [5]

---

[1] Globulinurie massive avec acéto-gélification. *Presse médicale*, 1901, 24 juillet, n° 59.

[2] *Beitrage zur Chem. Physiol. und Pathol.*, 1904, t. V.

[3] Sur une cause d'erreur dans la recherche et le dosage de l'albumine, *C. R. Acad. Sciences*, 1889, p. 268.

[4] Patein et Michel, *loc. cit.*, p. 301.

[5] *Bul. Soc. Méd. Hop. Lyon*, 21 mars 1902.

sous le nom d'albumoses nitro-solubles et qui, *coagulables par la chaleur*, perdent cette propriété sous l'influence d'une très faible quantité d'acide azotique.

Albumines dissimulées. — Nous avons vu que, dans la recherche de l'albumine par la chaleur, il convient de se tenir toujours en liqueur à peine acide, l'urine ayant été additionnée du sixième de son volume de chlorure de sodium en solution saturée. Or, opérant dans ces conditions, j'ai constaté que parfois le filtratum, limpide, donnait par l'acide azotique un coagulum volumineux qui, décanté avec précaution, se montrait insoluble à chaud. Si, sans autre manœuvre, on chauffait simplement ce filtratum, il avait deux manières de se comporter : tantôt il demeurait clair, tantôt au contraire il montrait, vers 70°, un trouble augmentant sensiblement jusqu'à l'ébullition et disparaissant de lui-même par le refroidissement. Sauf cette différence les urines fournissaient dans l'un et l'autre cas les mêmes réactions.

J'appelle « albumines dissimulées » la ou les protéines qui échappent, dans ces conditions, à l'action de la chaleur, et « albumines cryolytiques » celles que nous avons vues se redissoudre spontanément sous la seule influence du froid. Ce sont bien des albumines, c'est-à-dire des protéines à grosse molécule, et non point des albumoses, puisque, entre autres propriétés, le coagulum produit par l'acide azotique n'est pas soluble à chaud ; et ce ne sont pas non plus des protéides phosphorés, car le traitement préalable par l'acide acétique au millième suivi de filtration soignée en aurait, le cas échéant, débarrassé les urines mises en expérience.

Ces deux protéines, ai-je dit, ne présentent entre elles d'autre différence que celle qui résulte de l'action de la température : aussi ne donnerai-je point ici la description des premières, description qui ferait double emploi et que je réserve pour le moment [1] où, ayant étudié les protéines de Bence Jones, j'opposerai à leurs caractères spéciaux les propriétés non moins intéressantes des albumines cryolytiques. Je signalerai toutefois cette particularité que, sous l'influence du chlorure d'ammonium, l'albumine « dissimulée » perd son caractère, puisqu'elle précipite à l'ébullition, et d'une façon stable. Il

[1] V. p. 393 sq.

en est de même après addition d'une quantité convenable d'acide acétique.

Ce corps, on le voit, joue donc ici un rôle précisément inverse de celui qu'il remplit dans les observations de MM. Patein et Michel [1]; et de même que je comparerai plus loin les albumines de Bence Jones aux albumines cryolytiques, de même puis-je placer maintenant en face des albumines acéto-solubles les protéines dissimulées.

A. ACÉTO-SOLUBLES.	A. DISSIMULÉES.
1° En milieu neutre ou à peine acide : Coagulation totale par la chaleur.	Dans les mêmes conditions : Coagulation minima.
2° En milieu faiblement acidifié par l'acide acétique : Absence de coagulation.	Dans les mêmes conditions : Coagulation totale.
3° Absence presque constante de précipitation par le sulfate de magnésie.	Précipitation par le sulfate de magnésie.
4° Précipitation à froid par l'acide azotique et insolubilité du précipité à l'ébullition.	Précipitation à froid par l'acide azotique et insolubilité du précipité à l'ébullition.

Ce dernier caractère est, comme on a pu le voir, le seul commun à ces deux albumines : le fait ne doit pas surprendre, puisqu'il est la traduction, la justification de leur qualité de protéines.

Albumines thermolytiques. — En 1847, Bence Jones, étudiant les urines d'un homme atteint d'une affection du système osseux, constata que, sous la simple action de la chaleur, ces urines abandonnaient un corps de nature albumineuse qui, complètement précipité à une température optima, se dissolvait de nouveau au fur et à mesure qu'on se rapprochait du point d'ébullition ; le précipité reparaissait avec l'abaissement de la température.

Cette découverte passa longtemps inaperçue et le phénomène, au demeurant rare, ne fut guère étudié que vingt ans plus tard par Kühne. A partir du troisième cas publié (Kahler et Hüppert, 1889), les observations se succèdent assez rapidement : on en compte aujourd'hui une quarantaine environ, généralement décrites sous le titre d'Albumosurie de Bence Jones [2]. Récemment M. Dechaume a

---

[1] *Loc. cit.*, p. 301.

[2] Voy. pour l'historique : Dechaume (F.-L.), Recherches sur un cas d'albuminurie thermolytique. *Th. Doct. Pharm.*, Lyon, 1903, n° 26, — et encore : Bertoye (H.), Contribution à l'étude de la maladie de Bence Jones, *Revue de Médecine*, 1904, n°s 4 et 5.

proposé de remplacer le mot « Albumosurie », qui consacre une inexactitude, par l'expression « Albuminurie Thermolytique » : cette heureuse modification, qui rappelle en la précisant la réaction intéressante signalée par l'auteur anglais, mérite d'être conservée.

Voici, en détail, les différentes phases de cette réaction : « L'urine « fraîchement émise et filtrée est placée dans un ballon de verre. « Jusqu'à 48°, rien à noter, mais à cette température un léger louche « commence à se produire. De 58° à 59° ce louche, tout en s'ac- « centuant, prend un aspect spécial blanc laiteux. A 62° le précipité « prend l'aspect caillebotté ; à 65° paraît être le maximum de forma- « tion des flocons.

« A 70° les caillots se réunissent à la surface du liquide, commen- « cent à disparaître et l'urine se clarifie dans son ensemble ; à 90° « les caillots ont presque tous disparu. Il ne reste plus qu'une partie « grumeleuse qui va au fond du vase, tandis que sur les parois sont « légèrement attachés de grands filaments d'aspect fibrineux flottant « facilement au sein du liquide. Au premier examen on croirait voir « deux corps d'aspect physique différent, mais rien, dans la suite, « ne vient confirmer ce soupçon. Enfin à 100° l'urine entre en ébul- « lition, le liquide est clair, à part les deux dépôts signalés.

« Si on laisse refroidir lentement, on voit à 70° l'urine qui com- « mence à se troubler. Le précipité s'accentue de plus en plus : « toutefois il ne reprend plus cet aspect laiteux et se dépose au fond « du vase sous forme de grumeaux très ténus. » (Dechaume.)

La description qui précède donne une bonne idée de l'ensemble des faits ; mais il faut savoir que les observations publiées comportent des variantes. C'est ainsi que la dissolution à chaud, signalée d'ordinaire comme incomplète (Hüppert, Magnus Lévy, Dechaume, Patein et Michel, Moitessier), paraît avoir été totale dans d'autres cas (Kühne, Matthes, Ellinger). Le début de la coagulation varie entre 48° (Dechaume) et 53° (Moitessier) ; sa zone optima, qui oscille le plus souvent entre 55° et 60° (Bence Jones, Ellinger, Anders et Boston, etc.), peut être reportée entre 65° et 70° (Patein et Michel). Enfin dans une observation (Hugounenq) que M. Bertoye croit néanmoins devoir ranger parmi les « albumosuries » de Bence Jones, le caractère typique de coagulation vers 60° avec redissolution à chaud faisait totalement défaut.

En outre, la production ou la disparition du coagulum sous l'in-

fluence de la chaleur peuvent être modifiées ou même supprimées par l'intervention de composés chimiques. Par exemple, l'acide acétique au dixième et en faible quantité possède une double action : il abaisse de 10° le point d'apparition du trouble, et, à l'ébullition, il solubilise une masse plus considérable de substance (Patein et Michel) ; en plus forte proportion, tantôt il permet la coagulation (Magnus Lévy), tantôt il l'empêche complètement (Dechaume, Patein et Michel). L'urée, à la dose de 14 pour cent (Spiro, Dechaume), produit également ce dernier résultat.

Les alcalis ou les terres alcalines en proportion convenable, ramenant près de la neutralité ces urines ordinairement fort acides, produisent, — mais point toujours cependant (Moitessier), — le phénomène inverse : le précipité n'apparaît plus qu'à partir de 63° et, à 98°, la coagulation est complète (Patein et Michel).

Le chlorure d'ammonium entre les mains de Magnus Lévy permet la dissolution totale du précipité à l'ébullition, phénomène que, dans les mêmes conditions, Dechaume n'a jamais pu obtenir.

Notons en passant que Magnus Lévy, qui a préparé (1900) le « corps de Bence Jones » à l'état cristallisé, n'a pu cependant en effectuer la dialyse : M. Dechaume s'est trouvé en présence des conditions exactement contraires.

Jusqu'en ces derniers temps on n'était point tombé d'accord sur la nature d'un albuminoïde aussi curieux, dont les réactions variables souvent avec chaque cas paraissent si facilement subir les influences les plus légères. Kühne [1], Hüppert [2] le rangent parmi les albumoses, Anders et Boston [3] le croient dans une certaine mesure voisin de l'histone ; Magnus Lévy [4] en fait une albumine particulière et en quelque sorte une espèce chimique, avis qui est partagé par M. Moitessier [5]. Au contraire, MM. Patein et Michel [6], se basant sur la précipitation complète en liqueur neutre par le sulfate de magnésie, sur la coagulation totale en milieu très faiblement acide, enfin sur l'examen polarimétrique, montrent qu'il s'agit de sérum-globuline et expliquent

[1] *Zeitschr. f. Biologie*, 1883.

[2] *Zeitschr. f. Physiol. Chemie*, 1896, XXII.

[3] Lancet, 1903, janvier.

[4] *Zeitschr. f. Physiol. Chemie*, 1900, XXX.

[5] *C. R. Soc. Biol.*, LVII, 498-500, 3 décembre 1904.

[6] *Répertoire de Pharmacie*, 1904, n° 7, p. 297-301.

ses caractères anormaux par l'hyperacidité du milieu. Et, ajoutent ces auteurs, « comme dans les observations signalées le sulfate de magné-
« sie ne produit pas toujours la précipitation, il s'ensuit qu'on peut
« également se trouver en présence de sérine ou d'une albumine voi-
« sine, toutes substances qu'on ne saurait ranger dans la classe des
« albumoses ».

Ce dernier point semble aujourd'hui définitivement acquis, grâce aux résultats concordants obtenus par Magnus Lévy à l'aide de la digestion artificielle et par Hoffmeister opérant avec l'érepsine : le « corps de Bence Jones » n'est pas une albumose, car il se comporte comme une albumine.

La discussion ne porte plus que sur la variété de cette albumine. Le précipité étudié par M. Moitessier présentait des propriétés le distinguant quelque peu de la sérum-globuline ; par contre, et de toute évidence, celui qu'ont analysé MM. Patein et Michel n'était autre chose que de la sérum-globuline pure. Si l'on n'admet pas que les différences soient dues à des modifications du milieu, il faut nécessairement attribuer au « corps de Bence Jones » une individualité chimique, mais une individualité particulièrement fragile : sinon comment expliquer que dans les diverses observations ce même corps, en présence des mêmes réactifs, se soit comporté de façon parfois si différente? Mais alors où trouver les causes déterminantes de ces divergences?

Il semble que la conception plus générale de MM. Patein et Michel, concédant dans certaines conditions non seulement à la globuline, mais encore à toutes les albumines urinaires cette instable propriété de la thermolyse, se rapproche davantage de la réalité des faits, et que la réaction de Bence Jones, réaction cliniquement très intéressante, doive être considérée plutôt comme la traduction de modifications superficielles et transitoires subies par ces proteines que comme la caractéristique d'un albuminoïde spécial.

Il ne me reste que peu de chose à dire au point de vue qui nous intéresse plus particulièrement dans cette etude. La constatation du phénomène dans sa pureté tient tout entière à l'absence de réactifs : aucune expérience n'est donc plus simple à effectuer. Il serait désirable qu'on le recherchât systématiquement, — et non point seulement dans les cas d'affections du système osseux où l'on a, plus qu'ailleurs, quelques chances de le rencontrer, — ne fût-ce que

pour élucider définitivement la question de savoir quel rôle la syphilis peut jouer dans sa production. En ce qui concerne la séparation des protéoses, il n'y a pas à craindre la solubilisation de protéines si, comme le recommandent Patein et Michel, on a soin de n'opérer qu'en liqueur très légèrement acide : mais alors le phénomène de Bence Jones disparaît.

Quant à l'action des réactifs courants, elle ne présente pas de particularités bien notables. Les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique, picrique, phénique, trichloracétique, sulfosalicylique, tannique, précipitent à froid les albumines thermolytiques : les précipités sont la plupart du temps insolubles dans un excès de réactif, et solubles à chaud.

Le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de magnésie, le chlorure de sodium précipitent également, ainsi que l'alcool fort. La réaction de Millon et celle du biuret sont franchement positives. Fait intéressant, le ferrocyanure de potassium ajouté après l'acide acétique ne donne rien, du moins à froid (Dechaume).

L'éther n'a été employé que par M. Dechaume, et s'est montré sans action. Ce résultat me paraît vraisemblablement dû à ce que la quantité de réactif employé était trop considérable [1] ; il est évident que dans ces conditions le coagulum caractéristique ne pouvait guère se produire. Il faut tenir compte aussi qu'on a affaire en l'espèce à des albuminoïdes à grosse molécule avec lesquels, ainsi que le montre l'observation journalière, la formation du coagulum n'est ni aussi rapide, ni aussi parfaite que pour les albumoses proprement dites. Peut-être enfin faut-il faire intervenir l'influence de quelque action empêchante [2] qui agirait aussi bien pour l'éther que pour le ferrocyanure de potassium et, éventuellement, pour d'autres réactifs encore.

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses, il convient d'attendre de nouvelles observations pour être fixé sur ce qu'on doit espérer de la réaction de coagulation par l'éther dans les cas d'albuminurie thermolytique.

Albumines cryolytiques. — Certaines urines albumineuses, portées à l'ébullition dans les conditions les plus favorables (liqueur

[1] Le double du volume de l'urine ; Dechaume, *loc. cit.*, p. 17.
[2] Cf. Travaux de Kowalewski.

très peu acide additionnée de 1/6 de son volume de NaCl en solution saturée) afin d'obtenir la coagulation, montrent à ce moment un trouble assez prononcé, alors que, abandonnées simplement au repos dans l'atmosphère ambiante, elles apparaissent quelques minutes plus tard infiniment plus claires. Si maintenant on filtre pour retenir le peu d'albumine qui demeure coagulée, on obtient un liquide parfaitement pur et transparent qui, chauffé dans un tube à essai sans adjonction de quoi que ce soit, commence à louchir vers 70° et va rapidement s'opacifiant avec l'augmentation de la température : à l'ébullition le trouble est maximum. Vient-on maintenant à abandonner le tube à l'air libre (ou mieux encore dans un verre à pied contenant de l'eau froide), on constate que le précipité disparaît insensiblement de lui-même et qu'en peu d'instants l'urine est redevenue aussi limpide qu'avant. Cette expérience peut être renouvelée plusieurs fois de suite avec le même tube : le résultat ne varie pas.

J'ai appelé[1] albumine *cryolytique* la substance protéique ainsi « solubilisée par le froid » : cette dénomination présente l'avantage de retenir l'attention sur le caractère singulier du phénomène, et, du même coup, de classer ce corps au point de vue nosographique : il s'oppose tout naturellement aux albumines thermolytiques dont j'ai parlé ci-dessus ; on appréciera par la suite ce qu'il faut penser de différences qui paraissent si marquées.

Voyons comment les urines contenant cette albumine cryolytique se comportent vis-à-vis des principaux réactifs. Je répète ici que la manière d'être de ces albumines est très sensiblement celle des « albumines dissimulées » dont j'ai parlé plus haut[2], de sorte que ce que je vais dire maintenant peut s'appliquer, sauf d'insignifiantes divergences, à toutes deux. Il demeure entendu que, mes observations étant en nombre trop restreint encore les constatations que j'ai faites ne sont données que comme une indication générale.

Ces urines, d'ordinaire faiblement acides, chauffées directement après filtration soignée donnent un trouble parfois assez marqué, trouble qui disparaît partiellement à froid et que l'addition de NaCl en solution saturée (1/6 du volume) augmente sensiblement. L'acide acétique cristallisable, en faible proportion, produit d'ordinaire à

[1] Soc. Médec. de l'Isère, 31 janvier 1905. *Dauphiné Médical*, 1905, n° 2.

[2] V. page 387.

froid un louche qui s'accentue fortement à l'ébullition, et le précipité obtenu par ce moyen n'est plus cryolytique ; une plus forte quantité de réactif empêche toute précipitation. Toutes les réactions ordinaires des albumines sont nettement positives.

Préalablement débarrassée de la mucine et des phosphoprotéides par l'adjonction d'acide acétique crist. à 1 p. 1000, repos d'environ une heure au frais et filtration sur ouate hydrophile fortement tassée, cette urine est ramenée à neutralité, additionnée de NaCl en solution saturée (1/6 de son volume), d'acide acétique au dixième en quantité juste suffisante pour obtenir une acidité très légère, puis portée à l'ébullition. On filtre à froid : une masse plus ou moins notable d'albumine proprement dite (sérine ou globuline) est restée coagulée et retenue, le filtratum est parfaitement limpide. C'est dans ce filtratum A que nous allons étudier les réactions de l'albumine cryolytique.

[Je ferai remarquer, pour n'y plus revenir, que rien à ce moment n'indique qu'il n'y ait pas un mélange des deux albumines voisines (albumine dissimulée et albumine cryolytique). Un petit tour de main très simple nous renseignera *approximativement* à cet égard. Prenons deux tubes d'égal diamètre, versons-y une égale quantité du filtrat A ; l'un ne recevra rien de plus, tandis qu'à l'autre on ajoutera 30 % environ de chlorure d'ammonium cristallisé pur. Portons à l'ébullition : la comparaison des deux précipités nous fournira l'élément d'appréciation.]

Chaleur. — Le liquide commence à se troubler vers 70°, à 100° il est opaque au maximum ; par le refroidissement il s'éclaircit de plus en plus, jusqu'à limpidité parfaite. Cette série de modifications peut être reproduite plusieurs fois de suite avec le même échantillon.

Si on augmente peu à peu l'acidité, il arrive bientôt que le filtrat perd la propriété de se redissoudre spontanément : dès qu'il a été porté à l'ébullition, ne fût-ce qu'une fois, le précipité est désormais persistant. Enfin, avec une acidité plus forte encore, il n'y a plus de coagulation possible, même à 100°. Ces résultats ont été obtenus soit avec l'acide chlorhydrique, soit avec l'acide acétique.

Acide acétique. — Cet acide, à faible dose, produit à froid un louche léger qui se redissout avec un excès de réactif. Ce louche est fortement augmenté par l'ébullition et n'est pas cryolytique. Si l'on augmente l'acidité, le liquide reste clair à froid comme à chaud.

(Ces réactions sont, on le voit, exactement les mêmes que celles de l'urine non préalablement traitée.)

Chlorure de sodium en solution aqueuse saturée. — A froid aucune réaction ne se montre ; à chaud se produit un abondant précipité qui est cryolytique. (Si l'acidité du milieu augmente trop, la propriété de cryolyser disparaît.)

Chlorure d'ammonium cristallisé. — A froid la présence de ce sel ne se traduit par aucun phénomène ; à chaud prend naissance et se développe un abondant précipité : ce précipité n'est pas cryolytique.

Les réactifs usuels de l'albumine (ferrocyanure de potassium acétique, sulfate d'ammoniaque, acides azotique et trichloracétique, liqueurs de Tanret, Esbach, Boureau, Amann) produisent tous, avec quelques légères variantes, des précipités importants. L'*acide citrique* et l'*acide orthophosphorique* à saturation, ordinairement muets, donnent cependant quelquefois un précipité léger, soluble à chaud. La réaction de *Millon* est toujours franchement positive, l'*éther* donne constamment un coagulum caractéristique de ténacité quelque peu variable.

Nous avons vu que, sous l'influence de l'acide acétique ou du chlorure d'ammonium en proportions convenables, on détermine par la chaleur la précipitation de l'albumine cryolytique à l'état permanent ou qu'en d'autres termes on fait disparaître la propriété de cryolyser. Cette précipitation semble bien être totale, ainsi que le prouvent les réactions de contrôle que l'on effectue sur le filtrat du liquide ainsi traité. Je signale en passant l'intérêt de la méthode que j'ai basée sur cette constatation pour la recherche ultérieure des protéoses ; j'y reviendrai dans un autre chapitre.

L'emploi de cette méthode m'a permis d'extraire o gr. 33[1] d'albumine cryolytique. Ce corps se présente sous l'aspect d'une masse amorphe, d'odeur particulière, de consistance sèche et cornée, de couleur jaunâtre. Désireux de contrôler les réactions que l'on rencontrait dans l'urine d'où elle était issue, je l'ai dissoute dans une solution aqueuse de potasse au millième.

De cette solution, filtrée avec soin, il a été fait deux parts, dont l'une a été ramenée à neutralité par l'acide acétique. Ces deux frac-

[1] Pesée à l'état sec, provenant de 750 grammes d'urine.

tions se sont comportées de la même manière en face des réactifs et ont reproduit tous les précipités constatés avec le filtratum A. La différence a porté seulement sur l'action de la chaleur qui, dans cette solution (alcaline ou neutre), ne produit aucun trouble : il semble que nous soyons arrivés à l'état « d'albumine dissimulée ».

J'ajoute quelques détails intéressants : le précipité considérable obtenu par l'acide azotique, décanté soigneusement avec une fine pipette et porté dans un tube, n'est en rien dissous par la chaleur : de même pour les précipités au Tanret, au Boureau et à l'acide trichloracétique. Le sulfate de magnésie cristallisé en solution neutre provoque une précipitation importante, l'éther donne un coagulum tenace ; la réaction de Millon est nettement positive.

Telles sont les propriétés présentées par les albumines cryolytiques qu'il m'a été possible d'examiner. Il reste à se poser maintenant, en ce qui les concerne, les mêmes questions que pour les albumines de Bence Jones. Avons-nous affaire à un corps doué d'une individualité bien tranchée, représentant une espèce chimique, ou bien sommes-nous en présence d'un phénomène contingent, nullement spécifique et susceptible, au contraire, d'être offert dans des circonstances favorables et pour des raisons encore obscures par diverses matières protéiques ? Cette seconde hypothèse paraît la plus vraisemblable : certaines réactions de ces albumines cryolytiques varient d'un sujet à l'autre et, sur le même sujet, d'un jour à l'autre. C'est ainsi, par exemple, que l'acide citrique et l'acide orthophosphorique donnent tantôt un résultat positif, tantôt un résultat négatif, et cela sans qu'on puisse incriminer — toutes les précautions ayant été prises — l'entrée en scène d'un élément protéique étranger. Parfois aussi on peut voir quelque léger flottement se dessiner dans le consensus des réactions : à vrai dire ces oscillations sont peu marquées. Cela est néanmoins suffisant pour porter à penser que, comme par ailleurs avec les albumines de Bence Jones, un certain nombre de facteurs imputables à la composition de l'urine sont susceptibles de déterminer ici la production du phénomène de la cryolyse, phénomène opposé mais tout aussi instable, en agissant d'une manière qui ne nous est point encore connue sur les protéines contenues dans ce liquide.

Quelles sont ces protéines ? Une réponse ferme à cette question n'est actuellement pas possible ; la raison de ces faits curieux ne pourra être donnée que par une importante série d'analyses d'urines cryoly-

tiques, analyses extrêmement fouillées portant sur tous les éléments avec examen systématique des variations de ces éléments et de leur action, soit individuelle, soit combinée diversement, sur les protéines soumises à l'étude : travail considérable et d'une extrême délicatesse. Tout ce qu'on peut dire c'est que ces corps sont vraisemblablement des albuminoïdes à grosse molécule, soit encore intacte, soit ayant subi un commencement de modification avec ou sans dédoublement par hydratation. On remarquera, en effet, que les réactions des albumines cryolytiques participent à la fois de celles de la sérine, des globulines et du groupe des caséines. Il est évident, d'autre part, qu'il ne s'agit pas de molécules plus complètement fractionnées (albumoses), ni encore de phosphoprotéides ou de glycoprotéides que le traitement préalable a éliminés. Les recherches semblent donc se trouver circonscrites dans un groupe qui, s'étendant jusqu'aux syntonides, comprend, avec la sérine, les globulines et les caséines, ces protéines particulières découvertes par A. Gautier et étudiées par lui sous le nom de Caséalbumines et de Caséoglobulines. Il paraît bien, notamment, qu'un nombre important des réactions soient communes à ces dernières et aux albumines cryolytiques.

Pour terminer ce qui a trait à cette intéressante question, on ne peut s'empêcher d'établir un parallèle entre les deux variétés de protéines que nous venons d'étudier dans ces dernières pages et chez lesquelles l'opposition semble se parfaire jusqu'à une véritable symétrie. Mieux que de longs développements le tableau ci-dessous fixera les idées à cet égard.

A. THERMOLYTIQUES.	A. CRYOLYTIQUES.
a) *En réaction sensiblement neutre.*	
Le précipité est maximum à l'ébullition, le reste de l'urine est net de toute albumine.	Le précipité est minimum à l'ébullition, le reste de l'urine contient toutes les albumines.
b) *Acidité naturelle.*	
Le précipité est moins abondant et partiellement thermolytique.	Le précipité augmente, il est cryolytique.
c) b *est additionné d'une petite quantité d'acide acétique.*	
Le précipité diminue encore. La thermolyse à 98° est presque parfaite.	Le précipité augmente encore, la cryolyse ne se produit plus.
d) *La proportion d'acide acétique est plus considérable.*	
Plus de précipitation, partant plus de thermolyse.	Plus de précipitation, partant plus de cryolyse.

Ces divergences, quelque considérables qu'elles paraissent, ne sauraient justifier, croyons-nous, l'hypothèse de propriétés spécifiques appartenant aux protéines qui les présentaient : car avant d'admettre une telle hypothèse il y aurait d'abord à faire la preuve que ces mutations ne sont point influencées par des modifications portant sur les composantes de l'urine, ce qui est inadmissible, puisque c'est contredit par l'expérience de chaque jour. Que certaines protéines se trouvent dans les urines à un état d'instabilité, de vulnérabilité, si j'ose dire, les rendant particulièrement aptes à subir en cet instant les influences les plus légères, cela n'est pas seulement possible, c'est même probable ; mais l'action prépondérante, l'action majeure, celle que les expériences nous montrent dans toute sa brutale efficacité, c'est celle du milieu chimique.

Il ressort des faits exposés dans ce chapitre que, avant toute analyse d'urines, on doit songer à la possibilité de rencontrer ces albumines spéciales. Il faut être prêt, grâce à une méthode simple mais rigoureusement appliquée, à écarter, en même temps que les autres, toute cause d'erreur provenant de ce chef, d'autant que souvent les protéines ne sont pas isolées mais bien mélangées en proportions variables, soit avec des albumoses, soit avec des phosphoprotéides, soit même avec les unes et les autres.

IV

ALBUMOSES.

Des syntonides aux peptones, du point où la molécule albuminoïde, bien que déjà notablement amoindrie, pèse encore environ 3.000, jusqu'à celui où elle se trouve suffisamment fractionnée pour être devenue très aisément dialysable, s'étend une série d'étapes, successivement parcourues : c'est la zone des protéoses, encore appelées albumoses ou propeptones.

Kühne et ses élèves avaient admis pour ces substances l'existence de deux groupes, hémi et anti, dont le premier était constitué par un mélange de protalbumose, hétéroalbumose, dysalbumose et deutéroalbumose, que différenciait leur façon variable de se comporter en présence de l'eau distillée et du chlorure de sodium ; et l'on s'est

efforcé jusqu'à ce jour de caractériser dans les urines, le cas échéant, ces diverses variétés.

Les travaux récents, en modifiant très profondément la conception de Kühne, ont montré tout ce qu'une semblable division avait d'inexact et du même coup combien sont illusoires les essais tentés pour séparer ces substances dans les urines. C'est ainsi, pour prendre un exemple, que le « corps de Bence Jones », rangé par la plupart des auteurs parmi les protéoses — les réactifs y montreraient un mélange de protalbumose, dysalbumose et hétéroalbumose — n'est en réalité qu'une albumine, ainsi que l'ont prouvé Magnus Lévy et Hoffmeister. Les caractères chimiques donnés comme propres à différencier ces variétés étayaient une erreur.

Il est donc prudent, aussi longtemps du moins qu'il n'existera pas de criterium vraiment sûr et d'un usage facile, de se borner en urologie à des ambitions plus modestes ; et vu la très grande complexité du liquide soumis à l'étude, de se déclarer provisoirement satisfait lorsqu'on aura pu déceler par leurs réactions générales les albuminoïdes appartenant au groupe des protéoses.

Jusqu'à ces dernières années on n'a attribué à l'albumosurie qu'une importance clinique des plus médiocres ; on ne se préoccupait pas de savoir ce qu'il peut advenir des molécules protéiques fractionnées, et l'on ne connaissait guère comme « albumoses » urinaires que celles de Bence Jones. Aujourd'hui l'attention se porte sur cette question négligée ; on commence à en discerner l'intérêt pratique : nul doute que, par une étude approfondie, on ne soit conduit à des constatations d'une importance de premier ordre. Les relations qui unissent l'albumosurie à l'albuminurie ne sont pas actuellement connues ; mais elles existent certainement, ainsi qu'il résulte de l'observation suivante qu'il m'a été donné de faire plus d'une fois, notamment au cours de pyrexies graves.

Dans certains cas, en effet, l'élimination par l'organisme des substances protéiques se produit suivant un mode déterminé : les petites molécules, les protéoses, passent d'abord ; puis, au bout d'un temps variable avec la nature du processus infectieux ou l'atteinte des épithéliums, apparaissent les albumines proprement dites qui accompagnent les albumoses ou les supplantent ; plus tard les albumines s'effacent et il ne reste plus que les protéoses qui, peu à peu, finissent par disparaître à leur tour. Ainsi s'explique qu'on puisse

rencontrer dans les urines : soit isolément albumines ou protéoses, soit encore beaucoup d'albumoses avec peu d'albumines et inversement. Il y a évidemment dans les faits de cet ordre un enchaînement dont la cause nous échappe : elle mérite certainement d'être élucidée.

La recherche des albumoses dans l'urine est une opération simple, qu'on peut parfaitement effectuer en clinique et qui, à la condition d'être correctement exécutée, conduit à des résultats très intéressants. Le principe directeur de la méthode est le suivant : éliminer toutes les substances albuminoïdes coagulables par la chaleur dans des conditions déterminées, et caractériser ensuite les protéoses par les réactifs qui leur sont propres, c'est-à-dire n'atteignent pas les peptones.

Pratiquement voici comment l'on procède : les urines, fraîchement émises et préalablement filtrées, sont traitées par l'acide acétique cristallisable dans la proportion de 1 pour 1.000 et laissées au repos pendant une demi-heure environ. [On doit avoir soin de n'employer que la quantité voulue d'acide acétique, car les phosphoprotéides précipités par lui se redissolvent dans un excès, et dès lors viennent vicier les réactions ultérieures. C'est dans cette faute de technique qu'il faut voir la cause des résultats attribués par certains auteurs à la soi-disant présence de la mucine, ce glycoprotéide étant au contraire insoluble dans un excès de l'acide et, partant, maintenu à l'état de précipité.] On décante la partie supérieure, que l'on filtre sur de la ouate hydrophile fortement tassée dans la douille d'un entonnoir, et lavée à l'eau distillée[1]. De la sorte on a éliminé la mucine et aussi les phosphoprotéides. Cette urine filtrée est ramenée à neutralité par quelque peu d'une solution diluée de soude, puis additionnée d'une quantité d'acide acétique au dixième juste suffisante pour assurer une *réaction acide minima* (réaction qu'on devra maintenir au cours des opérations ultérieures, l'orcéine servant de tournesol indicateur). Enfin on ajoute à l'urine 1/6 de son volume d'une solution saturée de chlorure de sodium, on porte à l'ébullition et on filtre. Les albumines sont ainsi séparées et le filtratum est désormais prêt pour la recherche des protéoses à l'aide de leurs divers réactifs.

Cette méthode, parfaite dans la majorité des cas, n'est plus suffi-

---

[1] V. Labatut, *loc. cit.*, p. 15 sq.

sante lorsque les urines contiennent, avec ou sans l'albumine ordinaire, ces protéines que j'ai signalées sous le nom d'albumines dissimulées et d'albumines cryolytiques, lesquelles échappent soit totalement, soit en partie, à la coagulation par la chaleur. J'ai donc été amené à modifier, pour ces cas particuliers, la technique précédente et voici comment j'opère alors :

L'urine fraîche ayant tout d'abord été traitée comme il est dit plus haut par l'acide acétique au millième, puis filtrée, est ramenée à neutralité exacte, agitée avec 35 grammes pour 100 de chlorure d'ammonium pur et laissée au repos pendant une demi-heure, exactement comme lorsqu'il s'agit d'éliminer l'acide urique seul[1]. On filtre, on amène à une acidité minima à l'aide d'acide acétique au dixième et on porte à l'ébullition. Dans ces conditions, *toutes* les albumines sont coagulées ; dans le liquide filtré demeurent seules les protéoses, que le chlorure d'ammonium — j'ai vérifié le fait sur une solution de propeptones — a parfaitement respectées. Il ne reste plus qu'à faire agir sur le filtratum les réactifs propres à caractériser les albumoses.

L'acide azotique fournit un précipité très net, soluble à chaud ; l'acide trichloracétique, le réactif de Boureau sont également très recommandables. L'acide citrique et l'acide orthophosphorique demeurent sans action ; quant au ferrocyanure de potassium, il est utilisable, sauf en présence du chlorure d'ammonium.

L'éther, au contraire, peut être employé dans les deux cas avec le plus grand avantage pour la recherche des albumoses. Je ne reviendrai ici sur cette réaction[2], dont on s'accorde à reconnaître la sensibilité, que pour insister sur l'obligation d'appliquer la technique qui a été fixée[3]. *C'est pour avoir méconnu cette nécessité* et, suivant leur

---

[1] V. chap. II.

[2] V. Labatut et Testevin, *Dauphiné Médical*, 1900, n° 2. — Flandrin, *Dauphiné Médical*, 1900, n° 2. — *Ibid.*, n° 9. — Annequin et Mayet, *Lyon Médical*, 1900, n° 1. — Cl. Martin, thèse, Bordeaux, 1900. — Jacquemet, *Dauphiné Médical*, 1901, n° 6. — A. Sicard, *Presse Médicale*, 1901, n° 83. — Remlinger, *Gazette Médicale d'Orient*, novembre 1901. — Labatut, *Dauphiné Médical*, 1904, n°s 7 et 8. — A. Létienne et J. Masselin, *Précis d'Urologie Clinique*, 1904, C. Naud.

[3] Je rappelle qu'il ne faut pas traiter le filtratum — les albumines une fois éliminées ainsi qu'il vient d'être dit plus haut — par une quantité trop grande de réactif. Dix centimètres d'urine, trois centimètres d'éther, dans un tube à essai de quinze centimètres sont les proportions qu'il faut sensiblement conserver. On bouche ensuite

impulsion personnelle, institué des expériences de fantaisie, que quelques auteurs sont arrivés à des conclusions inattendues et qui étonnent par leurs contradictions. La réaction urologique de coagulation des albumoses par l'éther, correctement effectuée, donne des résultats excellents et manifestement incontestables. Tout observateur qui voudra s'en tenir rigoureusement à la technique indiquée plus haut, et contrôler avec soin par les autres procédés les résultats de cette réaction, sera vite convaincu qu'elle constitue un moyen d'investigation simple, pratique et sûr qu'on aurait tort de négliger.

V

PHOSPHOPROTÉIDES.

Indépendamment des albumines proprement dites et de leurs produits d'hydrolyse, il peut exister dans les urines des substances protéiques dont la molécule, encore plus complexe, renferme un élément surajouté : le phosphore. Appelés autrefois nucléoalbumine et aussi pseudo-mucine, — terme ambigu qui ne peut qu'engendrer des erreurs et doit être rejeté, — ces corps portent aujourd'hui le nom générique et très expressif de phosphoprotéides. Ce sont des combinaisons de molécules protéiques ayant un caractère basique (albumine, globuline, histone, protamine) avec des nucléines, lesquelles sont elles-mêmes formées de l'union d'une molécule basique (albumine, globuline, etc.) et d'acide nucléique : ce dernier renfermant le phosphore. On distingue deux variétés de protéides phosphorés : les nucléoprotéides qui, comme leur nom l'indique, proviennent des noyaux cellulaires, et les cytoprotéides[1] qui, à côté

---

le tube de façon à conserver un espace libre de un centimètre ; puis on roule entre les doigts le tube horizontalement tenu, en même temps qu'on élève et abaisse alternativement chaque main : de la sorte on obtient un brassage parfait produit par la bulle d'air qui se déplace constamment d'un bout à l'autre [une vive agitation n'est indiquée que quand la manœuvre précédente n'a pas donné de résultat bien net]. Au bout de trois minutes, mettre le tube au repos, verticalement ; le coagulum se forme plus ou moins vite. Dans certains cas, au bout de six à sept minutes il est déjà assez résistant pour qu'on puisse renverser le tube sans que l'urine retombe, du moins de quelque temps.

[1] Cf. *Traité d'Histologie* de Prenant, Bouin et Maillard, 1905, t. I, l. III.

des globulines, existent dans le cytoplasma ; elles ne diffèrent des précédentes que par leur inaptitude à fournir des bases xanthiques au cours de la fragmentation de leur molécule.

D'où proviennent les phosphoprotéides urinaires[1] ? Peut-être du sang, dans certains cas particuliers où se produit une multiplication exagérée des leucocytes qui ne va pas sans une désintégration ultérieure plus ou moins accentuée (leucémie) ; mais le plus souvent il faut en chercher l'origine dans les modifications des cellules de l'appareil excréteur. La muqueuse de revêtement des réservoirs et conduits subit une desquamation physiologique qui a pour effet de mêler à ses sécrétions protectrices un certain nombre d'éléments figurés, que l'on retrouve à l'examen microscopique du dépôt urinaire. A l'état normal le processus est très peu marqué et les

[1] *Note additionnelle.* — Ce travail était sous presse lorsque j'ai eu connaissance, par une analyse du *Journal de Médecine interne* (n° 8, p. 117), d'un article de M. Dufau concernant les nucléoalbumines envisagées comme cause d'erreur dans la recherche de l'albumine urinaire *(Bul. des Soc. Médic. d'Arrond. de Paris)*.

Ainsi qu'il apparaît tout d'abord, l'auteur est lui aussi victime de la confusion fâcheuse qu'on a faite jusqu'ici entre la mucine, qui est un glycoprotéide, et les protéides phosphorés.

En second lieu, s'il est vrai que la méthode ordinaire de recherche de l'albumine par l'ébullition avec adjonction d'acide puisse être faussée par la présence éventuelle de nucléoalbumines, cela tient uniquement à ce dernier (le plus ordinairement l'acide acétique) ; l'ébullition seule, en effet, demeure incapable de précipiter ces corps, et c'est là une de leurs propriétés bien connues. Il est donc superflu, pour faire le contrôle de la réaction de Heller, d'ajouter, comme le propose l'auteur, du citrate de soude à une urine normalement acide avant de porter à l'ébullition. Je montre plus loin comment on peut, très simplement, soit caractériser, soit éliminer les phosphoprotéides.

Enfin il me semble que rien n'autorise, au moins au point de vue pratique, à déclarer que « ces substances sont des éléments constants de l'urine ». La seule chose qui soit constante, à ce point de vue, c'est la présence de cellules de revêtement de l'appareil excréteur qui flottent à l'état de corps étrangers au liquide proprement dit et se déposent assez rapidement. Mais, chez les sujets parfaitement sains, un examen microscopique pratiqué de suite après l'émission les montre peu nombreuses et en bon état de conservation : d'où l'on peut conclure que leurs substances constituantes n'ont point passé dans l'urine. Sinon dans tous les cas, sans exception, les réactifs très sensibles donneraient une réaction positive, ce qui n'est pas. En réalité la présence des phosphoprotéides dans l'urine doit être envisagée comme un phénomène anormal dû à des conditions spéciales (v. plus loin, et aussi chap. vi).

quelques cellules épithéliales que renferme l'urine ne sauraient suffire à lui rendre possibles les réactions des albuminoïdes ; mais il en va tout autrement dès que ce revêtement est atteint. Point n'est besoin d'une inflammation très aiguë : il est bien connu qu'une irritation quelque peu prolongée, une congestion un peu vive amènent la chute de nombreuses cellules. A cet égard, l'homme est plus particulièrement exposé : sans parler des conditions anatomiques défavorables qui facilitent la stagnation du liquide, du moins à partir d'un certain âge, la fréquence incomparablement plus grande chez lui des affections de l'urèthre et de la vessie assurent à son « mucus » urinaire une richesse spéciale que viennent augmenter encore les corpuscules d'origine prostatique et aussi les spermatozoïdes : on sait combien il est fréquent de rencontrer de ces derniers à l'examen des sédiments, et l'on connaît la haute teneur de leur noyau en protéides phosphorés.

Ces éléments variés font dans le liquide urinaire un séjour plus ou moins prolongé au cours duquel se poursuivent une série de modifications. Abstraction faite du rôle important des microorganismes, il faut remarquer que les diastases ou enzymes protéolytiques contenus dans les cellules vont amorcer et poursuivre l'auto-digestion des phosphoprotéides, sans parler de leur action sur les albumines ordinaires éventuellement présentes ; ainsi seront mis en liberté des groupes atomiques provenant de stades divers dans la fragmentation de la molécule, et notamment des nucléines qui emportent avec elles le phosphore : c'est sans doute en grande partie à cet état que nous retrouvons les phosphoprotéides dans les urines, où nous pourrons les caractériser [1].

Voici quelles sont les propriétés que j'ai constatées sur la solution sodique des phosphoprotéides [2] à 20 centigrammes pour 1.000 grammes. La chaleur est sans effet. Les acides azotique, citrique, orthophosphorique, trichloracétique, les acides chlorhydrique et acétique au

---

[1] Ceci montre qu'il y a intérêt à ne point attendre pour l'analyse qu'un temps trop long se soit écoulé depuis l'émission : il est infiniment préférable, du moins lorsqu'on tient à être exactement renseigné, de pratiquer deux ou trois examens sur des urines récemment émises, à des heures favorablement choisies du nycthémère.

[2] V. chap. II : Acide citrique.

dixième, les réactifs de Tanret, d'Amann, de Boureau, d'Esbach, le ferrocyanure de potassium acétique, le sulfate d'ammonium produisent un précipité très manifeste. L'éther donne un coagulum net, la réaction de Millon est positive. Le chlorure d'ammonium ne détermine pas de précipitation ; ajouté à cette solution dans les proportions de 35 pour cent, il ne met aucun obstacle à l'action ultérieure des réactifs, sauf en ce qui concerne le liquide d'Esbach et le ferrocyanure.

Dans les urines, sauf le cas spécial de cystites ou de pyélites, les phosphoprotéides ne sont jamais en bien grande quantité, surtout si l'on a soin de faire l'analyse dès l'émission. Pour les caractériser, le meilleur réactif est, sans contredit, l'acide citrique, car, contrairement à l'acide acétique, il ne précipite ni la mucine, ni les euglobulines signalées par Oswald et qu'on avait précisément pour cette raison considérées comme des nucléoalbumines[1]. Il ne saurait y avoir de confusion avec un trouble dû aux urates, puisque la chaleur, qui fait disparaître ce dernier, est sans action sur le disque de protéides phosphorés. Ce procédé pourrait cependant se trouver en défaut au cas où les urines contiendraient des albumines dissimulées ou des albumines cryolytiques, susceptibles, elles aussi, d'être précipitées par l'acide citrique. En pareille circonstance, il convient d'opérer sur le filtrat d'urines directement traitées à neutralité par l'addition de chlorure d'ammonium à 35 pour cent, suivie d'ébullition.

Si, par contre, pour la recherche ultérieure des albumines ou des protéoses, on désire éliminer les phosphoprotéides, on y parvient en employant, après filtration soignée, la technique indiquée plus haut (v. pages 400-401).

Il paraît vraisemblable que les « traces d'albumine », constatées par quelques auteurs dans les urines normales à l'aide de réactifs très sensibles, et considérées par eux comme physiologiques, doivent être rapportées à la présence de protéides phosphorés.

---

[1] Oswald, *Beitr. zur chem. Phys. und Pathol.*, t. V. — L'auteur en fait la preuve en montrant que ces précipités acétiques ne contiennent pas de phosphore appreciable.

VI

MUCINE.

La mucine ou mucosine est un glycoprotéide, c'est-à-dire un albuminoïde dans lequel la molécule protéique, au lieu d'avoir, comme dans le cas précédent, fixé du phosphore, a lié un élément hydrocarboné : cet élément traduit sa présence lors du fractionnement de la molécule par la production de sucres ou de sucres aminés susceptibles de réduire la liqueur cupro-potassique.

La mucine n'est pas soluble dans l'eau ; mais dans les milieux alcalins elle donne des pseudo-solutions et, à cet état, se montre capable de traverser les filtres. Ce corps n'est pas coagulé par la chaleur, il n'est pas précipité par l'acide citrique[1], l'acide azotique concentré, le tanin, le ferrocyanure de potassium acétique, mais bien par les sels neutres d'ammonium et par l'acide acétique. Nous avons vu plus haut[2] que l'éther l'entraîne (en milieu acide), mais sans s'unir à lui et sans former de coagulum proprement dit. Enfin on ne peut faire, pour caractériser ce glycoprotéide, aucun fonds sur la réaction de Millon, car le professeur A. Gautier[3] écrit que dans ce cas elle est « douteuse ».

Dans l'urine la mucine est partie constituante d'un ensemble qui, sous le nom de mucus, comprend, en outre, des cellules épithéliales et, éventuellement, des leucocytes et des microorganismes. Normalement, le milieu est acide : aussi, peu de temps après l'émission, et sous l'influence adjuvante du refroidissement, la mucine s'agglomère-t-elle en nuages floconneux qui gagnent le fond du vase, englobant les éléments figurés. Mais il n'en est plus ainsi dans les urines alcalines où ce corps se trouve, en partie du moins, à l'état de pseudo-solution : dès lors la filtration ne le retient plus et il est impossible d'obtenir pour les expériences un liquide parfaitement limpide. L'addition d'acide acétique modifie cet état du tout au tout en déterminant la précipitation de la mucine et, dans ces conditions

---

[1] V. chap. II.
[2] *Ibid.*
[3] *Cours de Chimie,* 1892, t. III, p. 158.

après une filtration convenable sur ouate hydrophile fortement tassée. le liquidé est entièrement débarrassé du glycoprotéide qu'il pouvait contenir.

Ce n'est pas chez les malades qu'on pourra se faire une idée nette de ce qu'est la mucine vraie — que j'oppose ici intentionnellement au *mélange* appelé mucus — et de ses réactions : c'est chez les sujets sains et particulièrement chez ceux dont la vessie et l'urèthre, vierges encore de toute infection. donnent le maximum de certitude. Les petits garçons, à ce point de vue, fournissent d'excellents éléments d'appréciation : le mucus qui se collecte au fond du verre, examiné après fixation et coloration variées, se montre pauvre en éléments figurés, et ces éléments sont pour la plupart dans un état de conservation remarquable. On est de la sorte aussi rapproché que possible de la *mucine urinaire* à l'état de pureté ; et cela dans des conditions particulièrement favorables qu'on ne saurait demander aux expériences où sont mis en œuvre, sous le nom de mucine, des mélanges provenant de liquides ou même d'organismes différents, ayant subi de longues manipulations chimiques et qu'il est, par surcroît, presque impossible de purifier exactement.

On peut alors aisément se convaincre que la mucine, le glycoprotéide net de tout alliage, est bien innocent des nombreux méfaits qu'on lui a imputés, et que l'erreur provient uniquement de la présence des protéides phosphorés. J'en ai fait la preuve (ch. II) en parlant du rôle de l'acide citrique : je n'ajouterai ici qu'une petite remarque, également basée sur les faits. Prenons les urines d'un malade atteint de cystite, urines ammoniacales chargées de mucine maintenue en partie à l'état de pseudo-solution. Filtrons : le liquide, comme on le sait, ne passe pas clair. Par l'acide acétique en quantité convenable déterminons la précipitation des deux protéides (mucine et nucléoalbumine) qui y sont contenus. Parallèlement à cette expérience, opérons directement sur des urines acides, non filtrées [1] et contenant une quantité notable de mucine *relativement pure* (voy. observ. III, page 380). La comparaison des deux précipités sera particulièrement instructive : le premier est de couleur blanchâtre avec tendance à l'opacité, sensiblement homogène, et rappelle les précipités légers d'albumine ; le second est gris, floconneux et translu-

[1] Car dans ce cas la mucine serait retenue et le contrôle rendu impossible.

cide. Ajoutons à ce dernier quelque peu d'une solution de phosphoprotéides et, de suite, il prend l'aspect du précédent.

Je ne m'étendrai pas davantage sur ce sujet, car je crois avoir suffisamment démontré au cours de ce mémoire, en ce qui concerne la mucine, l'inexactitude de certaines notions et la cause de ces erreurs. La question est loin de n'avoir qu'une importance purement théorique, puisque jusqu'ici ces interprétations défectueuses avaient faussé tous les résultats obtenus, et cela précisément dans les conjonctures les plus délicates.

CONCLUSIONS

I. — Les urates, — notamment l'urate acide de sodium, — dès que leur taux dépasse 60 à 70 centigrammes par litre, sont susceptibles de devenir une cause d'erreur dans tous les cas où l'on emploie des réactifs acides, et en particulier : l'acide azotique, l'a. citrique, l'a. acétique, l'a. trichloracétique, l'a. orthophosphorique, les réactifs de Tanret, Boureau, Amann, Esbach, le ferrocyanure de potassium. Il en est de même, à des doses plus minimes encore, pour le sulfate d'ammonium. Cette cause d'erreur, relative dans la recherche des albumines (le précipité uratique étant soluble à chaud), est absolue dans celle des albumoses.

II. — Le seul moyen de l'éviter est d'éliminer l'acide urique. Pratiquement, on obtient ce résultat par l'emploi du chlorure d'ammonium pur, ajouté en milieu neutre à la dose de 30 à 35 pour cent. Au bout d'une demi-heure, au minimum, les urines sont filtrées et peuvent être traitées comme d'ordinaire par les réactifs acides ci-dessus indiqués, sans que la présence du sel ammoniacal nuise à leur action. Exception doit être faite pour le liquide d'Esbach et le ferrocyanure de potassium.

III. — Dans la réaction par l'acide azotique (procédé de Heller) il convient d'ajouter aux causes d'erreur généralement signalées la précipitation des albumoses. Cette éventualité, certainement plus fréquente que les autres (urates exceptés), doit être placée au premier plan. Le précipité, — qu'on devra toujours, pour la

différenciation, décanter avec une pipette, — se distingue, comme on le sait, de celui d'albumines par sa solubilité à chaud.

Il importe également de ne pas oublier que les phosphoprotéides précipitent aussi par l'acide azotique ; de même les a. dissimulées et les a. cryolytiques.

IV. — Il faut, au contraire, supprimer de cette liste l'anneau dit « des résines » (santal, copahu, térébenthine), attribué à l'action de l'acide sur les urines chargées de ces substances : interprétation qui perpétue une erreur évidente.

V. — Contrairement à ce qu'on peut lire, l'acide citrique (solution aqueuse saturée) n'est pas un réactif de la mucine. Si ce liquide donne, avec un certain nombre d'urines, un précipité (disque ou louche nuageux), c'est parce qu'il agit, abstraction faite des urates, sur les phosphoprotéides provenant des éléments figurés contenus souvent en abondance dans le dépôt. La mucine urinaire à peu près pure, qu'on rencontre dans le mucus normal pauvre en cellules des sujets jeunes et sains, ne précipite pas par l'acide citrique.

VI. — Lorsqu'on utilise la chaleur pour la recherche de l'albumine en suivant la technique généralement adoptée (opération en milieu à peine acide, adjonction à l'urine du 1/6 de son volume de NaCl en solution saturée), il peut arriver que toutes les protéines n'aient pas été isolées ; de sorte que le filtratum, quoique parfaitement clair, en contient encore une certaine quantité qu'il est facile de mettre en évidence par la plupart des réactifs. La chaleur seule n'a pas d'action sur lui.

VII. — J'appelle ces substances, invisibles à chaud et à froid, « albumines dissimulées », ayant constaté que ce sont bien des protéines à grosse molécule (puisque, entre autres propriétés, le précipité azotique demeure insoluble à chaud), mais ne pouvant actuellement préciser davantage. Si l'on ajoute au filtratum de l'acide acétique ou du chlorure d'ammonium en proportions convenables, ces albumines sont précipitées par la chaleur : le précipité est stable.

VIII. — Dans quelques cas le filtratum, parfaitement clair à froid, se trouble sous l'action de la chaleur et donne à l'ébullition un précipité qui disparaît de lui-même avec l'abaissement de la température. Cette expérience peut être renouvelée plusieurs fois de suite sur le même échantillon avec le même résultat.

Je désigne sous le nom « d'albumines cryolytiques » ces protéines visibles à chaud et dissimulées après refroidissement. Leurs propriétés et leurs réactions sont, par ailleurs, semblables à celles des précédentes.

IX. — L'emploi du chlorure d'ammonium à 35 pour cent a pour effet de provoquer la coagulation stable de ces protéines sous l'action de la chaleur. Il conviendra donc, le cas échéant, d'utiliser cette méthode lorsqu'on voudra éliminer les albumines en vue de la recherche ultérieure des protéoses.

X. — Dans cette opération indispensable qui précède la recherche des albumoses, il est encore un écueil à éviter : c'est la présence des phosphoprotéides. Un traitement préalable des urines par l'acide acétique en faible proportion, suivi de filtration très soignée, suffira à les éliminer, — en même temps d'ailleurs que la mucine ; — mais il faut avoir grand soin d'éviter un excès du réactif.

XI. — Les phosphoprotéides (appelés encore nucléoalbumines, nucléoprotéides, etc.), possédant sensiblement toutes les réactions des albumines ordinaires et pouvant, d'autre part, être facilement confondus avec les albumoses, il importe, dans les recherches délicates, de veiller soigneusement à leur élimination. Bien que la présence de ces substances en proportion très notable ne paraisse guère à redouter que dans les urines ammoniacales ou muco-purulentes, il ne faut pas oublier qu'une faible quantité suffit cependant pour impressionner les réactifs sensibles. Parmi ces derniers, l'acide citrique doit tout particulièrement être recommandé dans la recherche des phosphoprotéides.

XII. — Les urines contenant des protéoses donnent un précipité par l'a. trichloracétique, l'a. azotique, le R. de Boureau, et par

l'éther un coagulum homogène, clair et résistant, d'aspect gélatineux. Ce coagulum que l'éther forme avec les protéoses (phénomène encore appelé « réaction éther-albumose ») ne saurait aucunement être fourni par la mucine.

Il est indispensable, pour obtenir de cette réaction sensible et sûre les excellents résultats qu'on est en droit d'en attendre, de se conformer parfaitement à la technique très simple qui a été exposée.

COMPENSATION DES FIGURES GÉODÉSIQUES.

THÉORIE ET APPLICATIONS,

PAR

J. COLLET,
Doyen de la Faculté des Sciences.

Le problème de la compensation des figures géodésiques est complexe, et nous ne nous proposons pas ici de l'aborder dans toute sa généralité. Dans la pratique, d'ailleurs, lorsqu'il s'agit d'une triangulation un peu étendue, pour éviter des calculs d'une désespérante longueur, on abandonne ordinairement la compensation d'ensemble de toute la triangulation que l'on fractionne alors en tronçons successifs que l'on traite isolément. C'est la marche actuellement suivie au Service géographique de l'Armée pour la compensation des angles de la nouvelle méridienne de France.

C'est pourquoi ces notions, très élémentaires et de nulle prétention quant à l'originalité, pourront cependant répondre à presque toutes les exigences de la pratique. Elles sont extraites des *Leçons de Géodésie* professées à la Faculté des Sciences de Grenoble. Dans leur rédaction, on s'est particulièrement inspiré du *Calcul des probabilités* de Liagre [1], des Conférences de Géodésie faites au Ministère de la Guerre par le lieutenant-colonel Bourgeois, chef de la section de Géodésie au Service géographique de l'Armée, et des documents publiés dans le *Mémorial du Dépôt de la Guerre*. Pour de plus amples détails, on peut recourir aux savants *Traités* de Liagre et de Jordan [2] où la théorie des compensations est exposée avec les plus complets développements.

[1] Liagre, *Calcul des probabilités et théorie des erreurs*, 1 vol. Bruxelles.
[2] Jordan, *Vermessungskunde*, 3 vol., Stuttgard.

I. — Des équations de condition.

Soit une triangulation s'appuyant sur *une base* donnée. On peut en déterminer tous les éléments, angles ou côtés, en ne mesurant que les *angles nécessaires* à cette détermination : deux angles dans chacun des triangles successifs. Alors tout le réseau est déterminé et les mesures effectuées ne sont astreintes à aucune condition. Mais on n'a ainsi aucun criterium de l'exactitude des mesures et des résultats, aucun élément de correction des erreurs toujours inévitables.

On fait donc, à titre de contrôle, dans toute opération géodésique, des *observations superflues* ou *conditionnelles* portant sur des grandeurs qui seraient d'ailleurs déterminées par les seules mesures nécessaires à la détermination du réseau. Ainsi, dans les triangles, on mesurera les trois angles; dans un quadrilatère, on déterminera les deux diagonales; etc.

Ces observations supplémentaires font apparaître des relations de *condition*. Ainsi la somme des trois angles d'un triangle doit avoir une somme déterminée en rapport avec la surface du triangle, soit deux droits augmentés de l'excès sphérique; la somme des angles d'un tour d'horizon doit égaler quatre droits, la longueur d'une droite supplémentaire observée doit être la même quels que soient les éléments employés à son calcul; etc.

Il y a de plus des conditions de *fermeture* sur des éléments, angles ou côtés, corrigés antérieurement et considérés par conséquent comme invariables. Par exemple une base de vérification a pu être mesurée; plusieurs angles adjacents peuvent former un angle total exactement donné.

Or les résultats des observations ne satisferont pas rigoureusement à ces conditions; il faudra donc les y astreindre en leur faisant subir des corrections, assimilées à des erreurs, et l'on appliquera, pour atteindre ce but, la méthode des *moindres carrés* qui fait connaître les valeurs *les plus probables* de ces corrections.

On obtiendra, à la suite de cette opération de *compensation du réseau ou de la chaîne,* un réseau ou une chaîne rigoureusement géométrique, où la valeur calculée pour un côté sera la même quel que soit l'enchaînement suivi.

Forme des équations de condition. — Toute la difficulté du problème de la compensation réside donc dans l'établissement convenable des équations de condition qui sont de diverses sortes.

Équations aux angles. — Dans chaque triangle la somme des angles exacts A, B, C doit avoir une somme déterminée

$$A + B + C = 180'' + \varepsilon \qquad \text{ou} \qquad A + B + C = 200^G + \varepsilon,$$

ε désignant l'excès sphérique exprimé en secondes sexagésimales ou centésimales suivant les cas. Si donc a, b, c sont les valeurs observées pour les angles; x, y, z leurs erreurs en secondes, on devra avoir, dans le premier cas,

$$(a + x) + (b + y) + (c + z) = 180'' + \varepsilon,$$

d'où

$$(1) \qquad x + y + z = \alpha, \qquad \alpha = 180'' + \varepsilon - a - b - c.$$

L'équation aurait une forme semblable dans le second cas, en posant

$$\alpha = 200^G + \varepsilon - a - b - c.$$

Chaque triangle donnera lieu à une équation semblable.

On peut avoir à considérer un polygone géodésique. Par la décomposition en triangles on voit que les erreurs des angles satisferont à une équation linéaire résultant de la combinaison par voie d'addition ou de soustraction des équations telles que (1) qui correspondent aux différents triangles dont l'assemblage forme le polygone proposé.

Équations aux côtés. — Un même côté L peut se déduire de la base B par divers enchaînements. En exprimant que deux valeurs obtenues, pour ce même côté, sont égales, on a une équation aux côtés. On va montrer qu'une telle équation se ramène à une équation *linéaire entre les erreurs des angles.*

Chaque valeur obtenue pour L s'exprime par une fonction rationnelle de sinus de divers angles, avec, en facteur, la longueur de la base B, ou bien le sinus de son amplitude. L'égalité de deux valeurs de L donnera une équation de la forme

$$\sin A \sin B \sin C \ldots = \sin A' \sin B' \sin C' \ldots$$

ou

$$\log\sin A + \log\sin B + \log\sin C + \ldots = \log\sin A' + \log\sin B' + \log\sin C' + \ldots,$$

A, B, C, ..., A′, ..., désignant les angles exacts. Si a, b, c, ..., a', ... sont les mesures obtenues pour ces angles, et x, y, z, ..., x', ... les erreurs, on devra avoir

$$A = a + x, \qquad B = b + y, \qquad \ldots, \qquad A' = a' + x', \qquad \ldots,$$

d'où

$$\log\sin(a + x) + \log\sin(b + y) + \ldots = \log\sin(a' + x') + \ldots.$$

Or, si l'on appelle δ_a la différence tabulaire, pour une seconde sexagésimale ou centésimale, relative à $\log\sin a$, c'est-à-dire, si l'on pose, suivant les cas,

$$\delta_a = \log\sin(a + 1'') - \log\sin a \qquad \text{ou} \qquad \delta_a = \log\sin(a + 1^{\text{s}}) - \log\sin a,$$

on aura, x représentant des secondes,

$$\log\sin(a + x) = \log\sin a + x\,\delta_a;$$

donc, en posant

$$G = \log\frac{\sin a' \sin b' \sin c' \ldots}{\sin a \sin b \sin c \ldots}, \tag{2}$$

l'équation de condition aux côtés deviendra

$$x\,\delta_a + y\,\delta_b + z\,\delta_c + \ldots - x'\,\delta_{a'} - y'\,\delta_{b'} - z'\,\delta_{c'} - \ldots = G, \tag{3}$$

qui est bien linéaire par rapport aux erreurs x, y, z, ..., x', ..., comme on l'avait annoncé.

Au point de vue du calcul numérique, il importe de remarquer que G, qui serait rigoureusement nul si les mesures avaient été exactes, sera extrêmement petit dans le cas des bonnes observations. Le calcul de G exigera donc l'emploi de Tables avec un nombre de décimales assez grand pour que le nombre des chiffres significatifs de G soit suffisant. Pour les autres calculs accessoires des Tables moins étendues pourront être employées.

Équations de fermeture. — Pour les angles, il peut arriver que la somme de plusieurs angles adjacents forme un angle total exactement connu : par exemple, dans le cas d'un tour d'horizon,

ou bien, dans celui de deux angles adjacents résultant de la division d'un angle donné, ce qui comprend le cas où les deux angles seraient supplémentaires. Toutes ces conditions donneront lieu à des équations supplémentaires de la même forme que les premières équations aux angles.

Pour les côtés, des équations de fermeture pourront résulter de la mesure directe d'un ou de plusieurs côtés de la triangulation; les longueurs calculées, en partant des éléments de la triangulation, devront être identifiées à celles obtenues par des mesures directes supposées exactes. Cela conduit à des équations linéaires de la forme (3).

Soit, en effet, L la longueur calculée pour un côté, en partant de la base B et en utilisant les mesures des angles fournies par les opérations, et soit L_1 la longueur résultant de la mesure directe, et supposée exacte, du même côté. Si λ, λ_1 et β sont les amplitudes angulaires répondant aux longueurs L, L_1, B, on aura, pour déterminer λ, et par suite L, une expression de la forme

$$\frac{\sin\lambda}{\sin\beta} = \frac{\sin a \sin b \sin c \ldots}{\sin a' \sin b' \sin c' \ldots},$$

$a, b, c, \ldots, a', \ldots$ étant des angles mesurés. En corrigeant ces angles, on devrait obtenir λ_1, d'où

$$\frac{\sin\lambda_1}{\sin\beta} = \frac{\sin(a+x)\sin(b+y)\sin(c+z)\ldots}{\sin(a'+x')\sin(b'+y')\sin(c'+z')\ldots},$$

d'où

$$\frac{\sin(a+x)\sin(b+y)\sin(c+z)\ldots}{\sin a \sin b \sin c \ldots} = \frac{\sin\lambda_1}{\sin\lambda}\,\frac{\sin(a'+x')\sin(b'+y')\ldots}{\sin a' \sin b' \ldots},$$

c'est-à-dire, en passant aux logarithmes,

$$(4)\qquad x\delta_a + y\delta_b + z\delta_c + \ldots - x'\delta_{a'} - y'\delta_{b'} - z'\delta_{c'} \ldots = \log\frac{\sin\lambda_1}{\sin\lambda},$$

équation de même forme que (3) et dont le second membre, extrêmement petit, devra aussi être calculé avec une exactitude suffisante.

Remarquons que, dans le cas où la réduction de Legendre serait préalablement appliquée aux triangles, le second membre serait simplement $\log\frac{L_1}{L}$.

Toutes les équations conditionnelles seront donc de même forme, linéaires par rapport aux corrections des angles.

II. — Nombre des équations conditionnelles. Théorème de Gauss.

Nous considérerons le cas *normal* d'une triangulation appuyée sur *une base* unique donnée. Si p est le nombre des sommets, on suppose que, par des mesures d'angles, on ait déterminé l des lignes qui joignent deux à deux ces sommets. Ces lignes comprenant au moins tous les côtés des triangles dont la juxtaposition constitue le réseau de la triangulation, on aura $l > p$.

Ceci posé, nous allons établir que le nombre des *équations aux angles* est $(A) = l - p + 1$, et que celui des *équations aux côtés* est $(C) = l - 2p + 3$; de sorte que *le nombre total des équations de condition, pour une triangulation normale appuyée sur une seule base, et dans laquelle on considère p sommets et l lignes, est* $(A) + (C) = 2l - 3p + 4$. Tel est le *théorème de Gauss*.

1° *Équations aux angles.* — On peut constituer un polygone fermé, de p côtés, en réunissant consécutivement deux à deux les p sommets de la triangulation. Comme la somme des angles de chacun des triangles de ce polygone est astreinte à une condition fondamentale dépendant de l'aire de ce triangle et du rayon de la sphère géodésique, la considération du polygone total entraînera une équation de condition entre les angles, équation qui résultera de la combinaison, par voie d'addition, de celles qui sont relatives aux différents triangles qui composent le polygone. Chacune des $l - p$ lignes restantes, réunissant deux sommets non consécutifs du premier polygone, en détachera une partie qui donnera lieu, entre ses angles, à une nouvelle relation analogue à la première. On aura donc ainsi $l - p$ relations qui, jointes à la première, donneront $l - p + 1$ équations aux angles.

2° *Équations aux côtés.* — En partant de la base donnée, qui réunit deux sommets, un troisième sommet sera défini par ses distances aux deux premiers, distances qui résulteront des angles qu'elles forment avec la base et de la longueur de cette base. Un

nouveau point sera défini à son tour, de la même manière, par ses distances à deux des sommets précédemment déterminés, et ainsi de suite. Chacun des $p-2$ sommets, en dehors de la base, exige ainsi, pour sa détermination, deux des lignes considérées. Le nombre des lignes nécessaires à la détermination des $p-2$ sommets extérieurs à la base sera donc $2(p-2)$, ce qui, avec la base, fait un total de $2(p-2)+1$ ou $2p-3$ lignes nécessaires à la détermination de tous les sommets de la triangulation. Par ces lignes indépendantes, tous les sommets étant déterminés, il en devra être de même des $l-2p+3$ lignes restantes qu'on a considérées, et pour chacune d'elles on aura une condition à satisfaire. On aura donc $l-2p+3$ équations aux côtés.

En résumé, on a bien $(A)=l-p+1$, $(C)=l-2p+3$, conformément au théorème de Gauss.

Ce théorème se rapporte exclusivement à une triangulation normale appuyée sur une base unique. Si l'on introduit des conditions de fermeture, on aura en nombre égal de nouvelles équations de condition à adjoindre aux premières.

Remarques pratiques. — Toutes les équations de condition, on l'a vu, sont linéaires et d'une formation très simple. Mais, quand la triangulation a quelque étendue, le nombre de ces équations ainsi que celui des inconnues deviennent considérables, de sorte que les calculs, très simples en théorie, deviennent, dans la pratique, absolument inextricables. Ces difficultés peuvent être atténuées dans une faible mesure en réduisant le nombre des directions superflues observées à titre de contrôle. Mieux vaut d'ailleurs, en général, employer son temps et ses ressources à perfectionner, sur le terrain, les mesures nécessaires, qu'à recueillir des mesures surabondantes dont on est ensuite incapable de tirer parti. C'est là un des principes de la Géodésie française.

Quoi qu'il en soit, et en se bornant aux observations d'une utilité réelle, on est ordinairement forcé de renoncer à l'application intégrale de la méthode à l'ensemble de toute la triangulation.

On tente alors de décomposer le réseau en parties distinctes, dans chacune desquelles on fait la compensation, comme si elle était isolée.

C'est le parti adopté par le *Service géographique de l'Armée*

pour la compensation de la *nouvelle méridienne de France*, et voici les principes admis pour cette opération [1] :

Les corrections portent sur les angles dont les mesures sont considérées comme ayant toutes un même poids.

Bien que la nouvelle triangulation s'appuie sur trois bases : la base fondamentale de Paris et les bases de vérification de Perpignan et de Cassel, la compensation est faite sans imposer de condition de fermeture sur ces bases mesurées; les valeurs calculées des bases de vérification, en partant de la base fondamentale, sont simplement comparées, comme contrôle, aux valeurs des bases mesurées.

La nouvelle méridienne a été décomposée en un certain nombre de figures, triangles et polygones, qui toutes se juxtaposent par un côté commun les unes aux autres, et chacune de ces figures est compensée séparément comme si elle était isolée.

Cette méthode un peu arbitraire pourrait présenter des inconvénients si les mesures étaient effectuées avec moins de soin que celles du Service géographique, lesquelles sont assez parfaites pour qu'on puisse compter sur une fermeture finale absolument correcte des opérations.

III. — Calcul des corrections.

Les corrections à faire subir aux angles mesurés, pour effectuer la compensation, sont assimilées à des erreurs de mesures et calculées par la *méthode des moindres carrés*. Elles représentent les erreurs les plus probables des observations.

Soient $A_1, A_2, \ldots, A_m$ les mesures exactes des angles; $a_1, a_2, \ldots, a_m$ les mesures obtenues avec un même poids pour ces angles; $x_1, x_2, \ldots, x_m$ les erreurs de ces mesures. Les valeurs les plus probables de ces erreurs seront celles qui, tout en tenant compte des équations conditionnelles qu'elles doivent satisfaire, rendront minima la somme de leurs carrés

$$U = x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_m^2.$$

Quant aux équations de condition, elles formeront, au nombre

(1) *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XII, p. 301-302.

de n $(n < m)$, un système linéaire

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} 0 = a_0 + a_1 x + a_2 x_2 + \ldots + a_m x_m, \\ 0 = b_0 + b_1 x + b_2 x_2 + \ldots + b_m x_m, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ 0 = l_0 + l_1 x + l_2 x_2 + \ldots + l_m x_m. \end{array}\right.$$

Nous aurons donc à résoudre le problème élémentaire suivant :

Étant donnée une fonction U *de* m *variables liées par* n *relations,* $n < m$, *trouver les valeurs des variables qui rendent minima la fonction* U, *laquelle ne comporte pas de maximum.*

Le calcul peut être conduit de deux façons :

1° On peut, des équations (1), tirer les valeurs de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ en fonction des $m - n$ autres, les porter dans la fonction U qui devient une fonction des $m - n$ variables indépendantes $x_{n+1}, \ldots, x_m$, de sorte que sa différentielle

$$dU = Y_1\, dx_{n+1} + Y_2\, dx_{n+2} + \ldots + Y_{m-n}\, dx_m$$

ne pourra être identiquement nulle, pour des valeurs arbitraires de $dx_{n+1}, dx_{n+2}, \ldots, dx_m$, que si l'on a

$$Y_1 = 0, \qquad Y_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad Y_{m-n} = 0.$$

Ces équations, jointes aux équations (1), formeront un système de m équations, toutes linéaires, pour déterminer les valeurs $x_1, x_2, \ldots, x_m$ des corrections cherchées.

Cette méthode, peu symétrique, n'est guère suivie, sauf, et partiellement encore, dans le cas où certaines des équations de condition sont tellement simples qu'il y a manifestement avantage à éliminer, tout d'abord, quelques-unes des variables indépendantes : par exemple, si l'on avait des relations de la forme

$$x_i + x_k = 0.$$

Mais on retiendra, de ce qui précède, que, dans la fonction U, il entre n variables dépendantes et $m - n$ variables indépendantes.

2° La seconde méthode, ordinairement employée, est celle des *coefficients indéterminés.*

Si, à l'équation fondamentale $d\text{U} = 0$, ou

$$(2) \qquad 0 = x_1\,dx_1 + x_2\,dx_2 + \ldots + x_m\,dx_m.$$

on ajoute les équations (1), préalablement différentiées et multipliées respectivement par des coefficients indéterminés, $-\lambda_1$, $-\lambda_2$, ..., $-\lambda_n$. on obtiendra un résultat de la forme

$$(3) \qquad 0 = \text{Z}_1\,dx_1 + \text{Z}_2\,dx_2 + \ldots + \text{Z}_m\,dx_m,$$

en posant $\text{Z}_q = x_q - a_q\lambda_1 - b_q\lambda_2 - c_q\lambda_3 - \ldots - l_q\lambda_n$.

Or, n des variables étant fonctions des autres, on pourra déterminer les paramètres λ_1, λ_2, ..., λ_n, de façon à annuler, dans l'équation (3), les coefficients des n différentielles dépendantes; alors l'équation (3), réduite à $m - n$ termes ayant en facteur des différentielles arbitraires, devra être identiquement satisfaite, c'est-à-dire que les coefficients de ces différentielles devront être séparément nuls. Donc, en somme, pour une raison ou pour une autre, tous les coefficients de l'équation (3) devront être égalés à *zéro*, ce qui fournira le système suivant, dit des *équations corrélatives* :

$$(4) \qquad \left\{\begin{array}{l} x_1 = a_1\lambda_1 + b_1\lambda_2 + c_1\lambda_3 + \ldots + l_1\lambda_n, \\ x_2 = a_2\lambda_1 + b_2\lambda_2 + \ldots\ldots\ldots + l_2\lambda_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_m = a_m\lambda_1 + b_m\lambda_2 + \ldots\ldots\ldots + l_m\lambda_n. \end{array}\right.$$

Les m équations (4), jointes aux n équations (1), permettront de calculer les $m + n$ inconnues λ_1, λ_2, ..., λ_n, x_1, x_2, ..., x_m. Pour cela, on éliminera d'abord x_1, x_2, ..., x_n des équations (1), à l'aide des valeurs (4), et l'on obtiendra les *équations normales*, qu'on peut écrire comme il suit, en utilisant une notation usuelle :

$$(5) \qquad \left\{\begin{array}{l} 0 = a_0 + (aa)\lambda_1 + (ab)\lambda_2 + (ac)\lambda_3 + \ldots + (al)\lambda_n, \\ 0 = b_0 + (ba)\lambda_1 + (bb)\lambda_2 + \ldots\ldots\ldots + (bl)\lambda_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ 0 = l_0 + (la)\lambda_1 + (lb)\lambda_2 + \ldots\ldots\ldots + (ll)\lambda_n. \end{array}\right.$$

Ce système déterminera les valeurs des paramètres λ_1, λ_2, ..., λ_n; après quoi les formules (4) feront connaître les valeurs les plus probables des corrections x_1, x_2, ..., x_n.

Les équations (5) seront résolues, en général, par substitutions

successives; mais les calculs ne seront effectués qu'à un certain degré d'approximation. Par suite, les équations normales (5) et les équations conditionnelles (1) ne seront pas rigoureusement satisfaites, et donneront lieu à des *résidus,* qui devront être très faibles, et que l'on peut calculer à titre de contrôle partiel des opérations.

Remarque. — Dans ce qui précède on a supposé toutes les mesures obtenues avec un même poids. S'il en était autrement, on aurait à rendre minima la fonction

$$U = p_1 x_1^2 + p_2 x_2^2 + \ldots + p_m x_m^2,$$

$p_1, p_2, \ldots, p_m$ désignant les poids respectifs des mesures. La marche générale serait la même que précédemment, l'équation (2) devenant

$$o = p_1 x_1\, dx_1 + p_2 x_2\, dx_2 + \ldots + p_m x_m\, dx_m,$$

ce qui donnerait aux équations corrélatives la forme

$$p_i x_i = a_i \lambda_1 + b_i \lambda_2 + \ldots + l_i \lambda_n.$$

Les détails du calcul seraient même conservés si l'on se proposait d'obtenir, non les valeurs de $x_1, x_2, \ldots, x_m$, mais celles des produits $p_1 x_1, p_2 x_2, \ldots, p_m x_m$, en faisant apparaître les poids dans les équations conditionnelles, mises sous la forme suivante :

$$o = a_0 + a'_1 p_1 x_1 + a'_2 p_2 x_2 + \ldots + a'_m p_m x_m,$$
$$o = b_0 + b'_1 p_1 x_1 + \ldots\ldots \ldots\ldots + b'_m p_m x_m,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

sous les conditions

$$a'_i p_i = a_i, \qquad b'_i p_i = b_i, \qquad \ldots, \qquad l'_i p_i = l_i.$$

Alors, la composition des équations normales (5) subsisterait avec les nouveaux coefficients $a'_i, b'_i, \ldots, l'_i$.

IV. — Applications.

1. *Compensation normale d'un triangle.* — On a mesuré les angles d'un triangle; les mesures A, B, C, obtenues avec un même poids, ne satisfaisant pas exactement à la condition relative

à l'excès sphérique, quelles sont les corrections x, y, z à faire subir aux mesures observées?

On aura à rendre minima la fonction $U = x^2 + y^2 + z^2$, en tenant compte de l'équation de condition

$$(A + x) + (B + y) + (C + z) = 180^\circ + \varepsilon,$$

par exemple, d'où

$$(1) \qquad x + y + z = \alpha, \qquad \alpha = 180^\circ + \varepsilon - (a + b + c).$$

α est l'erreur de fermeture.

Il n'y a pas d'autre condition, ce que vérifie d'ailleurs le théorème de Gauss, puisqu'on a ici

$$(A) = l - p + 1 = 1, \qquad (C) = l - 2p + 3 = 0.$$

Ajoutant les équations

$$x\,dx + y\,dy + z\,dz = 0,$$
$$dx + dy + dz = 0,$$

la seconde étant multipliée par $-\lambda$, et égalant à *zéro* les coefficients des trois différentielles, on aura les équations corrélatives

$$x = \lambda, \qquad y = \lambda, \qquad z = \lambda,$$

qui, avec l'équation de condition, fourniront l'équation normale

$$\lambda = \frac{\alpha}{3}.$$

On aura donc

$$x = y = z = \frac{\alpha}{3}.$$

Donc la correction à faire subir aux trois angles, dont les mesures ont même poids, est la même pour chacun d'eux, et égale au tiers de l'erreur de fermeture α

Si les mesures des angles avaient été de poids différents p, q, r, on aurait eu

$$px = qy = rz = \lambda,$$

d'où

$$\lambda = \frac{\alpha}{\frac{1}{p} + \frac{1}{q} + \frac{1}{r}}, \qquad x = \frac{\lambda}{p}, \qquad y = \frac{\lambda}{q}, \qquad z = \frac{\lambda}{r},$$

ce qui revient à dire que l'erreur de fermeture α est partagée en parties proportionnelles aux inverses des poids des observations.

II. *Compensation d'un triangle dans le cas d'une condition supplémentaire de fermeture.* — On a mesuré les angles A, B, C d'un triangle dont un côté c était connu, et l'on a calculé la longueur du côté b. La mesure directe, supposée exacte, de ce même côté, ayant fourni une longueur b_1 qui diffère un peu de b, quelles sont les corrections les plus probables à apporter aux mesures obtenues pour les angles?

Supposons d'abord qu'on ait appliqué la réduction de Legendre aux angles mesurés, de telle sorte que l'on ait exactement

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} + \mathrm{C} = 2 \text{ droits};$$

on aura, comme équation aux angles,

$$x + y + z = 0. \tag{1}$$

La condition de fermeture conduira à une équation aux côtés. On a, en effet,

$$\frac{b}{c} = \frac{\sin \mathrm{B}}{\sin \mathrm{C}}, \qquad \frac{b_1}{c} = \frac{\sin(\mathrm{B} + y)}{\sin(\mathrm{C} + z)},$$

d'où

$$\frac{\sin(\mathrm{B} + y)}{\sin \mathrm{B}} = \frac{b_1}{b}\,\frac{\sin(\mathrm{C} + z)}{\sin \mathrm{C}};$$

ou, en appelant δ_{B}, δ_{C} les différences tabulaires, relatives à une seconde, pour $\log \sin \mathrm{B}$ et $\log \sin \mathrm{C}$, et en posant

$$\mathrm{G} = \log \frac{b_1}{b},$$

on aura

$$y\,\delta_{\mathrm{B}} - z\,\delta_{\mathrm{C}} = \mathrm{G}. \tag{2}$$

Devant rendre minima l'expression $x^2 + y^2 + z^2$, d'où

$$x\,dx + y\,dy + z\,dz = 0, \tag{3}$$

on formera, suivant la règle donnée, les *équations corrélatives*

$$\left\{\begin{aligned} x &= k, \\ y &= k + 3h\,\delta_{\mathrm{B}}, \\ z &= k - 3h\,\delta_{\mathrm{C}}, \end{aligned}\right. \tag{4}$$

k et $3h$ étant les multiplicateurs des équations (1), (2) différentiées.

Portant ces valeurs dans (1), (2), on aura les *équations normales*

$$(5)\quad \begin{cases} 0 = k + h(\delta_B - \delta_C), \\ G = k(\delta_B - \delta_C) + 3h(\delta_B^2 + \delta_C^2), \end{cases}$$

d'où

$$h = \frac{G}{2(\delta_B^2 + \delta_B\delta_C + \delta_C^2)}, \qquad k = -\frac{G(\delta_B - \delta_C)}{2(\delta_B^2 + \delta_B\delta_C + \delta_C^2)} = -h(\delta_B - \delta_C).$$

Ces valeurs, portées dans les formules (4), feront connaître les corrections. Ces formules, par l'élimination de k, pourraient s'écrire aussi

$$(6)\quad \begin{cases} x = -h(\delta_B - \delta_C), \\ y = h(2\delta_B + \delta_C), \\ z = -h(2\delta_C + \delta_B). \end{cases}$$

Remarque. — Les calculs seront peu différents, bien qu'un peu moins simples, si la réduction de Legendre n'est pas tout d'abord appliquée.

L'équation (1) prendra la forme

$$(1')\quad x + y + z = 3\alpha,$$

en posant $3\alpha = 180^\circ + \varepsilon - A - B - C$, par exemple, et si l'on désigne par b'' et b''_1 les amplitudes des arcs de grands cercles dont les longueurs sont b et b_1 sur la sphère géodésique de rayon R, on devra poser, dans l'équation (2),

$$G = \log\frac{\sin b''_1}{\sin b''}.$$

Les équations corrélatives ne seront pas changées, et les équations normales deviendront

$$(5')\quad \begin{cases} \alpha = k + h(\delta_B - \delta_C), \\ G = k(\delta_B - \delta_C) + 3h(\delta_B^2 - \delta_C^2); \end{cases}$$

d'où

$$h = \frac{G - \alpha(\delta_B - \delta_C)}{2(\delta_B^2 + \delta_B\delta_C + \delta_C^2)}, \qquad k = \alpha - h(\delta_B - \delta_C).$$

Les valeurs (4) peuvent d'ailleurs s'écrire, par l'élimination de k,

$$(6')\qquad \begin{cases} x = \alpha - h(\ \delta_B - \delta_C), \\ y = \alpha + h(2\delta_B + \delta_C), \\ z = \alpha - h(2\delta_C + \delta_B), \end{cases}$$

résultats qu'on pouvait déduire immédiatement des précédents dans lesquels les angles avaient déjà subi la correction $-\alpha$, en vertu de la réduction de Legendre et de la correction probable.

III. *Compensation d'une chaîne de triangles dans le cas d'une condition supplémentaire de fermeture.* — On supposera que les observations ont été réduites aux seuls angles des triangles, sans intervention de directions supplémentaires.

Dans le cas normal où les opérations ne s'appuient que sur une seule base, les compensations se réduisent à celles qui sont nécessitées, pour chacun des triangles, considéré comme indépendant, par la condition relative à la somme de ses angles.

Mais, si l'on impose, en outre, la fermeture sur une base terminale, on aura à tenir compte d'une équation correspondante. Ce seront là les seules équations de condition.

C'est d'ailleurs conforme au théorème de Gauss; car, si n est le nombre des triangles, on aura $p = n + 2$, $l = 2n + 1$, d'où

$$(\mathrm{A}) = l - p + 1 = n, \qquad (\mathrm{C}) = l - 2p + 3 = 0.$$

Définissons d'abord nos notations.

Dans le triangle de rang i, les mesures obtenues pour les trois angles seront désignées par a_i, b_i, c_i.

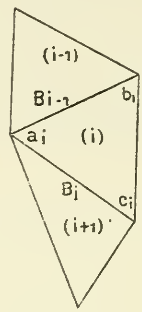
Dans le premier triangle, qui s'appuie sur la base B, on calcule le côté B_1 qui est commun avec le second triangle, et dans lequel on calcule ensuite le côté B_2, commun avec le troisième triangle, et ainsi successivement. On calculera de la sorte la série de côtés B_1, B_2, ..., B_n ou B'.

Dans un triangle quelconque, celui de rang i (*fig.* 1), on a donc un côté B_{i-1}, déterminé par des opérations antérieures, et un côté B_i calculé dans ce triangle. Nous désignerons par a_i l'angle compris entre ces deux côtés, par b_i celui qui est opposé au côté

calculé, par c_i celui qui est opposé au côté antérieurement connu.

Nous supposerons la réduction de Legendre préalablement appliquée à tous les triangles, de sorte que, pour chacun d'eux,

Fig. 1.



après cette réduction, les mesures des angles donneront

$$a_i + b_i + c_i = 180^\circ \quad \text{ou} \quad 200^G.$$

Si x_i, y_i, z_i sont les erreurs respectives de a_i, b_i, c_i, on aura donc n équations aux angles

$$x_i + y_i + z_i = 0 \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots, n). \tag{1}$$

D'autre part, en désignant par B' la longueur calculée pour le dernier côté B_n, et par B'_1 la longueur obtenue pour ce dernier côté, par une mesure directe supposée exacte, on aura, avec les angles mesurés,

$$\frac{B_1}{B} = \frac{\sin b_1}{\sin c_1}, \quad \frac{B_2}{B_1} = \frac{\sin b_2}{\sin c_2}, \quad \ldots, \quad \frac{B_i}{B_{i-1}} = \frac{\sin b_i}{\sin c_i}, \quad \ldots, \quad \frac{B'}{B_{n-1}} = \frac{\sin b_n}{\sin c_n};$$

d'où

$$\frac{B'}{B} = \frac{\sin b_1 \sin b_2 \ldots \sin b_n}{\sin c_1 \sin c_2 \ldots \sin c_n} = \frac{\Pi \sin b_i}{\Pi \sin c_i}.$$

D'autre part, avec les angles corrigés, on devra avoir

$$\frac{B_1}{B} = \frac{\sin(b_1 + y_1)}{\sin(c_1 + z_1)}, \quad \frac{B_2}{B_1} = \frac{\sin(b_2 + y_2)}{\sin(c_2 + z_2)}, \quad \ldots, \quad \frac{B'_1}{B_{n-1}} = \frac{\sin(b_n + y_n)}{\sin(c_n + z_n)},$$

d'où

$$\frac{B'_1}{B} = \frac{\Pi \sin(b_i + y_i)}{\Pi \sin(c_i + z_i)}.$$

On tire de là

$$\prod \frac{\sin(b_i + y_i)}{\sin b_i} = \frac{B'_1}{B'} \prod \frac{\sin(c_i - z_i)}{\sin c_i},$$

ce qui donne, en passant aux logarithmes, et en posant $G = \log \frac{B'_1}{B'}$,

$$\Sigma(y_i \delta_{b_i} - z_i \delta_{c_i}) = G; \tag{2}$$

telle est l'équation aux côtés qui résulte de la condition de fermeture. Devant rendre minima la fonction

$$U = \Sigma(x_i^2 + y_i^2 + z_i^2),$$

d'où

$$\Sigma(x_i\, dx_i + y_i\, dy_i + z_i\, dz_i) = 0,$$

on ajoutera cette équation aux équations (1) différentiées et multipliées respectivement par $-k_1, -k_2, \ldots, -k_n$, et aussi à l'équation (2) différentiée et multipliée par $-3h$.

En égalant à zéro, dans la somme, les coefficients de toutes les différentielles, on aura les $3n$ équations corrélatives

$$\left\{\begin{array}{l} x_i = k_i, \\ y_i = k_i + 3h\,\delta_{b_i}, \\ z_i = k_i - 3h\,\delta_{c_i}. \end{array}\right. \qquad (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{3}$$

En combinant les équations (3) avec le système (1), on obtient n équations normales

$$0 = k_i + h(\delta_{b_i} - \delta_{c_i}) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n). \tag{4}$$

En portant les valeurs (3) dans l'équation (2), on forme la dernière équation normale

$$G = \Sigma[k_i(\delta_{b_i} - \delta_{c_i}) + 3h(\delta_{b_i}^2 + \delta_{c_i}^2)], \tag{5}$$

d'où l'on tire, en éliminant les k_i,

$$h = \frac{G}{2\Sigma(\delta_{b_i}^2 + \delta_{b_i}\delta_{c_i} + \delta_{c_i}^2)}.$$

On obtiendra les corrections, en portant cette valeur de h dans les équations (3) qui, par l'élimination des k_i, auront été préalable-

ment mises sous la forme suivante :

$$(6) \quad \begin{cases} x_i = -h(\delta_{b_i} - \delta_{c_i}), \\ y_i = h(2\delta_{b_i} + \delta_{c_i}) \\ z_i = -h(\delta_{b_i} + 2\delta_{c_i}). \end{cases}$$

Remarque. — Si la réduction de Legendre n'était pas effectuée préalablement pour chaque triangle, la marche serait tout aussi simple avec des calculs un peu plus longs.

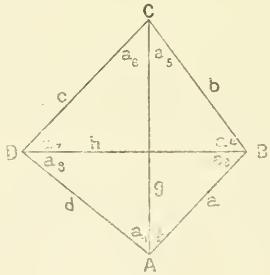
Mais cette simplicité disparaît aussitôt que, à titre de contrôle, on fait intervenir la détermination de directions supplémentaires. On a dit plus haut que, dans ce cas, on renonçait à une compensation d'ensemble, appuyée sur une ou plusieurs bases de vérification, et qu'on décomposait la chaîne en tronçons juxtaposés que l'on compenserait isolément.

On trouvera, dans ce qui suit, quelques exemples relatifs à une telle décomposition.

V. — Compensation d'un quadrilatère

On a mesuré tous les angles $a_1, a_2, \ldots, a_8$ formés par les côtés et les diagonales, suivant les dispositions de la figure 2. On a calculé

Fig. 2.



les excès sphériques $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$ des triangles BCD, CDA, DAB, ABC.

Entre ces quatre quantités doit exister la relation

$$(1) \qquad \varepsilon_1 + \varepsilon_3 = \varepsilon_2 + \varepsilon_4.$$

D'après le théorème de Gauss, on a

$$(A) = l - p + 1 = 6 - 4 + 1 = 3, \qquad (C) = l - 2p + 3 = 6 - 8 + 3 = 1,$$

c'est-à-dire que l'on doit avoir *quatre* équations conditionnelles, trois aux angles, une aux côtés.

Équations aux angles. — Chaque triangle fournissant une relation aux angles, on aura successivement, en désignant par x_1, x_2, ..., x_8 les corrections à apporter aux mesures a_1, a_2, ..., a_8 obtenues pour les angles, et en adoptant, par exemple, la division sexagésimale,

$$(2) \qquad x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = \alpha_1, \qquad \alpha_1 = 180^\circ + \varepsilon_1 - a_4 - a_5 - a_6 - a_7;$$

$$(3) \qquad x_6 + x_7 + x_8 + x_1 = \alpha_2, \qquad \alpha_2 = 180^\circ + \varepsilon_2 - a_6 - a_7 - a_8 - a_1;$$

$$(4) \qquad x_8 + x_1 + x_2 + x_3 = \alpha_3, \qquad \alpha_3 = 180^\circ + \varepsilon_3 - a_8 - a_1 - a_2 - a_3;$$

$$(5) \qquad x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = \alpha_4. \qquad \alpha_4 = 180^\circ + \varepsilon_4 - a_2 + a_3 + a_4 + a_5.$$

Mais ces quatre équations ne sont pas distinctes; car, d'après (1), on a $\alpha_1 + \alpha_3 = \alpha_2 + \alpha_4$, d'où il suit qu'en additionnant la première et la troisième égalité on a le même résultat qu'avec la deuxième et la quatrième. On ne conservera donc, comme *équations aux angles*, que *les trois premières* des égalités précédentes.

Équation aux côtés. — On obtiendra une équation aux côtés en écrivant que la longueur d'une diagonale AC est la même, soit qu'on la calcule directement, à l'aide d'un côté AB, dans le triangle ABC, soit qu'on la calcule dans le triangle ACD, à l'aide du côté AD, obtenu par la considération du triangle ABD.

D'une part, on a

$$\frac{AC}{a} = \frac{\sin ABC}{\sin ACB};$$

d'autre part, de

$$\frac{AD}{a} = \frac{\sin ABD}{\sin ADB}, \qquad \frac{AC}{AD} = \frac{\sin ADC}{\sin ACD},$$

on tire

$$\frac{AC}{a} = \frac{\sin ABD \sin ADC}{\sin ADB \sin ACD}.$$

En égalant les deux valeurs de AC, on a

$$(6) \qquad \sin ABC \sin ACD \sin ADB = \sin ADC \sin ACB \sin ABD.$$

qui devient

$$\sin(a_3 + x_3 + a_4 + x_4)\sin(a_6 + x_6)\sin(a_8 + x_8)$$
$$= \sin(a_7 + x_7 + a_8 + x_8)\sin(a_5 + x_5)\sin(a_3 + x_3),$$

qui, développée, après le passage aux logarithmes, prend la forme

$$(7) \qquad o = + G + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6 + b_7 x_7 + b_8 x_8.$$

Si l'on convient de poser

$$\delta_i \quad \text{pour} \quad \delta_{a_i}, \qquad \delta_{i+k} \quad \text{pour} \quad \delta_{a_i + a_k},$$

on a, pour les valeurs des coefficients,

$$b_3 = \delta_3 - \delta_{3+4}, \qquad b_4 = -\delta_{3+4}, \qquad b_5 = \delta_5, \qquad b_6 = -\delta_6,$$
$$b_7 = \delta_{7+8}, \qquad b_8 = -\delta_8 - \delta_{7+8},$$
$$G = \log \frac{\sin(a_7 + a_8)\sin a_3 \sin a_5}{\sin(a_3 + a_4)\sin a_6 \sin a_8}.$$

Les équations de condition formeront donc le Tableau suivant :

$$\begin{array}{lllllllll}
(2) & o = -\alpha_1 & & & + x_4 & + x_5 & + x_6 & + x_7, & \\
(3) & o = -\alpha_2 + x_1 & & & & & + x_6 & + x_7 & + x_8, \\
(4) & o = -\alpha_3 + x_1 + x_2 + x_3 & & & & & & & + x_8, \\
(7) & o = + G & & + b_3 x_3 & + b_4 x_4 & + b_5 x_5 & + b_6 x_6 & + b_7 x_7 & + b_8 x_8.
\end{array}$$

La fonction qu'on doit rendre minima étant

$$U = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 + x_6^2 + x_7^2 + x_8^2,$$

on devra avoir

$$o = x_1\,dx_1 + x_2\,dx_2 + \ldots + x_8\,dx_8.$$

Si donc à cette équation on ajoute les équations conditionnelles préalablement différentiées et multipliées par $-\lambda_1$, $-\lambda_2$, $-\lambda_3$, $-\lambda_4$, et que, dans la somme, on égale à zéro les coefficients de toutes les différentielles, on obtiendra les *équations corrélatives*

$$(8) \quad \left\{\begin{array}{lllll}
x_1 = & & \lambda_2 + \lambda_3, & & \\
x_2 = & & & \lambda_3, & \\
x_3 = & & & \lambda_3 + b_3\lambda_4, & \\
x_4 = \lambda_1 & & & & + b_4\lambda_4, \\
x_5 = \lambda_1 & & & & + b_5\lambda_4, \\
x_6 = \lambda_1 + \lambda_2 & & & & + b_6\lambda_4, \\
x_7 = \lambda_1 + \lambda_2 & & & & + b_7\lambda_4, \\
x_8 = & & \lambda_2 + \lambda_3 + b_8\lambda_4. & &
\end{array}\right.$$

Les équations (2), (3), (4), (7), (8), au nombre de 12, détermineront les 12 inconnues

$$\lambda_1,\quad \lambda_2,\quad \lambda_3,\quad \lambda_4,\quad x_1,\quad x_2,\quad \ldots,\quad x_8.$$

En portant les valeurs (8) dans les équations de condition, on obtient le système suivant des équations normales

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} 0 &= -\alpha_1 + 4\lambda_1 + 2\lambda_2 + (b_4 + b_5 + b_6 + b_7)\lambda_4,\\ 0 &= -\alpha_2 + 2\lambda_1 + 4\lambda_2 + 2\lambda_3 + (b_6 + b_7 + b_8)\lambda_4,\\ 0 &= -\alpha_3 + 2\lambda_2 + 4\lambda_3 + (b_3 + b_8)\lambda_4,\\ 0 &= +G + (b_4 + b_5 + b_6 + b_7)\lambda_1 + (b_6 + b_7 + b_8)\lambda_2\\ &\quad + (b_3 + b_8)\lambda_3 + (b_3^2 + b_4^2 + b_5^2 + b_6^2 + b_7^2 + b_8^2)\lambda_4.\end{aligned}\right.$$

Calculant $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ à l'aide des équations (9), et les portant dans les formules (8), on aura les valeurs des corrections qui assurent la compensation du quadrilatère.

Remarque. — A l'inspection de l'équation aux côtés, sous la forme (6), on découvre immédiatement une règle mécanique simple pour écrire cette équation. On remarquera d'abord que tous les angles qui y entrent ont un côté passant par le sommet A : c'est pourquoi cette équation est dite *relative au sommet* A.

Quant aux dénominations des trois angles entrant dans chacun des deux membres de l'équation (6), on les obtient en faisant suivre la lettre A de chacun des groupes de deux lettres désignant deux sommets consécutifs du triangle BCD, le périmètre étant parcouru dans un sens, pour le premier membre de l'égalité, dans le sens contraire pour le second membre.

En appliquant cette règle, on formera une équation aux côtés relative à chacun des autres sommets. On aura ainsi successivement :

$$(10)\qquad \sin BCD \sin BDA \sin BAC = \sin BAD \sin BDC \sin BCA,$$

$$(11)\qquad \sin CDA \sin CAB \sin CBD = \sin CBA \sin CAD \sin CDB,$$

$$(12)\qquad \sin DAB \sin DBC \sin DCA = \sin DCB \sin DBA \sin DAC.$$

Comme le fait prévoir le théorème de Gauss, les quatre équations aux côtés (6), (10), (11), (12) doivent se réduire à une seule : c'est ce qu'il est facile de vérifier.

Considérons d'abord les équations (6), (11) *relatives à deux*

sommets opposés. Si on les multiplie membre à membre, après simplification elles donneront

$$\frac{\sin ACD}{\sin CAD}\,\frac{\sin ADB}{\sin ABD}\,\frac{\sin CAB}{\sin ACB}\,\frac{\sin CBD}{\sin CDB}=1,$$

ce qui a lieu, le premier membre pouvant s'écrire

$$\frac{d}{c}\,\frac{a}{d}\,\frac{b}{a}\,\frac{c}{b}.$$

Remarquons que l'identité précédente peut encore s'écrire

$$\sin a_1 \sin a_3 \sin a_5 \sin a_7 = \sin a_2 \sin a_4 \sin a_6 \sin a_8.$$

Considérons maintenant les équations (6), (10) *relatives à deux sommets consécutifs*.

Par la division membre à membre de ces deux égalités, on obtient

$$\frac{\sin ABC}{\sin BAC}\,\frac{\sin ACD}{\sin ADC}\,\frac{\sin BDC}{\sin BCD}\,\frac{\sin BAD}{\sin ABD}=1,$$

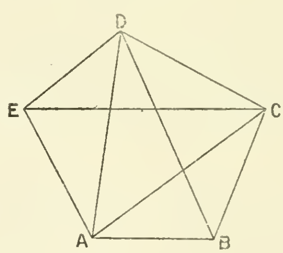
ce qui revient à l'identité

$$\frac{g}{b}\,\frac{d}{g}\,\frac{b}{h}\,\frac{h}{d}=1.$$

VI. — Compensation d'un pentagone.

Soit le pentagone ABCDE dans lequel on a mesuré tous les

Fig. 3.



angles formés par les côtés et les diagonales, abstraction faite de l'une de ces dernières, EB.

Comme ici $l=9$, $p=5$, on aura

$$(A) = 9 - 5 + 1 = 5 \text{ équations aux angles}$$

et

$$(C) = 9 - 10 + 3 = 2 \text{ équations aux côtés.}$$

Chacun des triangles donnera une condition; mais comme on a

$$\begin{aligned} BDC &= ABC + ADC - DAB, \\ CDE &= CAD + DAE - CAE, \end{aligned}$$

on n'a bien que les conditions relatives aux cinq triangles ABC, ACD, DAB, EAD, CAE.

Pour les relations aux côtés, on considérera les deux quadrilatères ADCB et AEDC, rentrant chacun dans le cas déjà étudié, les angles formés dans chacun d'eux par les côtés et les deux diagonales ayant tous été mesurés.

Les équations aux côtés résulteront donc des deux égalités

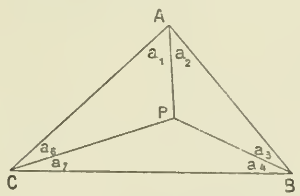
$$\begin{aligned} \sin ABC \sin ACD \sin ADB &= \sin ADC \sin ACB \sin ABD, \\ \sin ACD \sin ADE \sin AEC &= \sin AED \sin ADC \sin ACE. \end{aligned}$$

Pour le détail des calculs on suivra la méthode précédemment exposée.

VII. — Rattachement d'un signal inaccessible aux sommets d'un triangle.

Des sommets A, B, C on a mesuré les angles formés par les directions AP, BP, CP avec les côtés du triangle, et l'on a obtenu, suivant la disposition de la figure 4, les valeurs $a_1, a_2, \ldots, a_6$

Fig. 4.



affectées d'erreurs $x_1, x_2, \ldots, x_6$. Ces erreurs devront être déterminées sous la condition que la somme de tous les angles corrigés donne deux droits augmentés de l'excès sphérique, et que les directions que les angles corrigés assignent à AP, BP, CP soient exactement convergentes.

Il est clair qu'il n'y a pas d'autres conditions à remplir. Cela résulte, d'ailleurs, du théorème de Gauss.

On a ici

$$l = 6, \qquad p = 4,$$

ce qui donnerait

$$(\mathrm{A}) = 3, \qquad (\mathrm{C}) = 1.$$

Mais comme l'application du théorème suppose les mesures de deux angles en P, non déterminés ici, il ne reste plus à remplir qu'une condition aux angles

$$(1) \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = \alpha, \qquad \alpha = 180^\circ + \varepsilon - a_1 - a_2 - \ldots - a_6.$$

Pour l'équation aux côtés, on supposera que, partant de PA, on calcule PB dans APB avec les angles corrigés, puis PC dans BPC, puis PA dans PCA, et l'on exprimera l'égalité entre la valeur initiale de PA et la valeur finale.

En désignant un instant par PA, PB, PC les amplitudes des lignes correspondantes, on aura successivement

$$\frac{\sin \mathrm{PB}}{\sin \mathrm{PA}} = \frac{\sin(a_2 + x_2)}{\sin(a_3 + x_3)}, \quad \frac{\sin \mathrm{PC}}{\sin \mathrm{PB}} = \frac{\sin(a_4 + x_4)}{\sin(a_5 + x_5)}, \quad \frac{\sin \mathrm{PA}}{\sin \mathrm{PC}} = \frac{\sin(a_6 + x_6)}{\sin(a_1 + x_1)},$$

d'où

$$\sin(a_2 + x_2)\sin(a_4 + x_4)\sin(a_6 + x_6) = \sin(a_1 + x_1)\sin(a_3 + x_3)\sin(a_5 + x_5),$$

et, en passant aux logarithmes, on aura

$$(2) \qquad -x_1\,\delta_1 + x_2\,\delta_2 - x_3\,\delta_3 + x_4\,\delta_4 - x_5\,\delta_5 + x_6\,\delta_6 = \mathrm{G},$$

$$(3) \qquad \mathrm{G} = \log \frac{\sin a_1 \sin a_3 \sin a_5}{\sin a_2 \sin a_4 \sin a_6}.$$

Alors, si, à l'équation du principe des moindres carrés

$$x_1\,dx_1 + x_2\,dx_2 + \ldots + x_6\,dx_6 = 0,$$

on ajoute les équations (1), (2) préalablement différentiées et multipliées respectivement par $-k$ et $-h$, et que, dans la somme, on égale à zéro les coefficients de toutes les différentielles, on aura les équations corrélatives

$$(4) \qquad \left\{\begin{aligned} x_1 &= k - h\,\delta_1, \\ x_3 &= k - h\,\delta_3, \\ x_5 &= k - h\,\delta_5, \end{aligned}\right. \qquad \left\{\begin{aligned} x_2 &= k + h\,\delta_2, \\ x_4 &= k + h\,\delta_4, \\ x_6 &= k + h\,\delta_6. \end{aligned}\right.$$

qu'on résoudra, conjointement avec les équations (1), (2), pour déterminer les huit quantités, h, k, x_1, x_2, ..., x_6.

En éliminant d'abord les corrections x_1, x_2, ..., x_6, on obtient les deux équations normales

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} 6k - (\delta_1 + \delta_3 + \delta_5 - \delta_2 - \delta_4 - \delta_6)h &= \alpha, \\ -(\delta_1 + \delta_3 + \delta_5 - \delta_2 - \delta_4 - \delta_6)k + (\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2)h &= G. \end{aligned}\right.$$

Les valeurs de k, h, que donnent ces équations, étant portées dans les formules (4), feront connaître les valeurs les plus probables des corrections.

Remarque. — Le triangle pourrait être remplacé par un polygone quelconque, la marche des calculs serait la même.

Cas où le triangle de référence est exactement connu. — On a supposé, dans ce qui précède, que le triangle ABC était soumis lui-même à la compensation; mais il pourrait appartenir à une triangulation déjà compensée, et devrait alors être considéré comme exact. Les calculs sont alors notablement simplifiés.

Si A, B, C sont les angles exacts du triangle, les angles mesurés doivent d'abord satisfaire aux conditions

$$a_1 + a_2 = A, \qquad a_3 + a_4 = B, \qquad a_5 + a_6 = C;$$

d'où

$$x_1 + x_2 = 0, \qquad x_3 + x_4 = 0, \qquad x_5 + x_6 = 0; \qquad \alpha = 0,$$

et l'équation (1) aux angles est identiquement satisfaite.

L'équation aux côtés devient

$$x_1(\delta_1 + \delta_2) + x_3(\delta_3 + \delta_4) + x_5(\delta_5 + \delta_6) = -G;$$

d'où, pour le minimum de $x_1^2 + x_3^2 + x_5^2$,

$$x_1 = h(\delta_1 + \delta_2), \qquad x_3 = h(\delta_3 + \delta_4), \qquad x_5 = h(\delta_5 + \delta_6),$$

la valeur du coefficient h étant donnée par

$$h = \frac{-G}{(\delta_1 + \delta_2)^2 + (\delta_3 + \delta_4)^2 + (\delta_5 + \delta_6)^2}, \qquad G = \log \frac{\sin a_1 \sin a_3 \sin a_5}{\sin a_2 \sin a_4 \sin a_6}.$$

Les trois corrections sont alors de même signe, ce qui s'explique

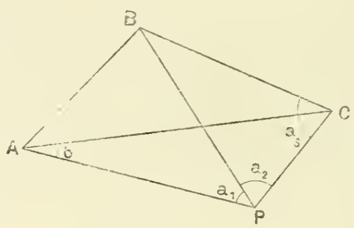
par cette remarque que les directions de AP, de BP, de CP correspondant aux trois mesures a_1, a_3, a_5, ne sont pas concourantes, mais donnent un triangle d'erreur à l'intérieur duquel tombe la position la plus probable de P. On voit alors immédiatement que les corrections des angles mesurés doivent être de même sens.

VIII. — Rattachement d'un point accessible aux sommets d'un triangle exactement connu.

Soient A, B, C les angles exacts du triangle.

Pour rattacher le point accessible P au triangle exact ABC, on a mesuré les angles $APB = a_1$, $BPC = a_2$, $BCP = a_3$.

Fig. 5.



Les angles a_1, a_2 définissent un point par lequel devrait passer la direction de CP correspondant à l'angle a_3, si les angles avaient été exactement mesurés; d'où une équation aux côtés.

Cette équation peut s'écrire, en exprimant l'égalité des valeurs déduites pour BP, soit du triangle ABP, soit de la suite des deux triangles ABC, BCP.

On posera

$$CAP = b = 180^o - a_1 - a_2 - a_3 + C;$$

d'où, désignant par x_1, x_2, x_3 les erreurs des angles mesurés a_1, a_2, a_3, l'erreur y de b sera

$$y = -x_1 - x_2 - x_3.$$

On devra avoir successivement, avec les angles corrigés,

$$\frac{\sin BP}{\sin AB} = \frac{\sin(A + b + y)}{\sin(a_1 + x_1)}, \qquad \frac{\sin AB}{\sin BC} = \frac{\sin C}{\sin A}, \qquad \frac{\sin BC}{\sin BP} = \frac{\sin(a_2 + x_2)}{\sin(a_3 + x_3)};$$

d'où

$$\frac{\sin(A+b+y)}{\sin(a_1+x_1)}\frac{\sin C}{\sin A}\frac{\sin(a_2+x_2)}{\sin(a_3+x_3)}=1,$$

ce qui donne, en développant après le passage aux logarithmes et posant $a_4 = A + b$,

$$(1)\qquad (\delta_1+\delta_4)x_1+(\delta_4-\delta_2)x_2+(\delta_3+\delta_4)x_3=G,$$

$$G=\log\frac{\sin a_2\sin a_4\sin C}{\sin a_1\sin a_3\sin A}.$$

Il n'y a pas de condition aux angles, l'angle b n'ayant pas été mesuré; on aura donc simplement

$$(2)\qquad x_1=h(\delta_1+\delta_4),\qquad x_2=h(\delta_4-\delta_2),\qquad x_3=h(\delta_3+\delta_4),$$

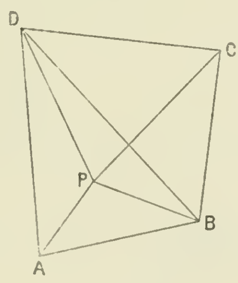
$$(3)\qquad h=\frac{G}{(\delta_1+\delta_4)^2+(\delta_4-\delta_2)^2+(\delta_3+\delta_4)^2}.$$

IX. — Rattachement d'un signal accessible aux sommets d'un quadrilatère.

On a mesuré tous les angles de la figure 6, ce qui, pour les angles en P, introduit une équation de fermeture.

Comme on a $l=9$, $p=5$, d'après le théorème de Gauss, on doit avoir cinq équations aux angles et deux équations aux côtés, indépendamment de la condition relative au sommet P.

Fig. 6.



Pour les cinq équations aux angles, elles résultent de la considération des aires des six triangles, dont cinq seulement sont indé-

pendantes, puisque la somme des triangles ayant le sommet commun P est égale à celle des deux triangles constituant le quadrilatère. Avec l'équation de fermeture, on aura donc six équations aux angles.

L'une des équations aux côtés sera l'équation aux côtés, relative à l'un des sommets, P par exemple, du quadrilatère PBCD, soit

$$\sin \mathrm{PBC} \sin \mathrm{PCD} \sin \mathrm{PDB} = \sin \mathrm{PDC} \sin \mathrm{PCB} \sin \mathrm{PBD}.$$

La seconde exprimera que les quatre directions AP, BP, CP, DP concourent en un même point. On la formera en écrivant que la longueur de PA, déduite de la suite des triangles APB, BPC, CPD, DPA est égale à la valeur initiale de PA. On a ainsi

$$\frac{\sin \mathrm{PB}}{\sin \mathrm{PA}} = \frac{\sin \mathrm{PAB}}{\sin \mathrm{PBA}}, \qquad \frac{\sin \mathrm{PC}}{\sin \mathrm{PB}} = \frac{\sin \mathrm{PBC}}{\sin \mathrm{PCB}},$$

$$\frac{\sin \mathrm{PD}}{\sin \mathrm{PC}} = \frac{\sin \mathrm{PCD}}{\sin \mathrm{PDC}}, \qquad \frac{\sin \mathrm{PA}}{\sin \mathrm{PD}} = \frac{\sin \mathrm{PDA}}{\sin \mathrm{PAD}};$$

d'où, multipliant membre à membre,

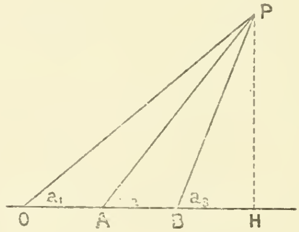
$$\sin \mathrm{PAB} \sin \mathrm{PBC} \sin \mathrm{PCD} \sin \mathrm{PDA} = \sin \mathrm{PAD} \sin \mathrm{PBA} \sin \mathrm{PCB} \sin \mathrm{PDC}.$$

Les développements se feraient suivant la méthode générale.

X. — Rattachement d'un signal à une base.

Déterminer la position d'un signal P (*fig.* 7) à l'aide des angles que font, avec une base, les directions aboutissant en P en partant de trois points O, A, B de cette base.

Fig. 7.



On suppose les longueurs $\mathrm{OA} = a$, $\mathrm{OB} = b$ exactement connues; mais les mesures α_1, α_2, α_3 des angles n'étant pas exactes, les di-

rections correspondantes ne concourent pas exactement et forment un petit triangle d'erreur. Nous déterminerons d'abord les corrections les plus probables à apporter aux angles pour assurer la fermeture et, ensuite, il sera facile de déterminer les coordonnées $X = OH$ et $Y = PH$ du signal P.

Si, pour un moment, nous appelons A_1, A_2, A_3 les angles corrigés, les erreurs étant x_1, x_2, x_3, on aura, en calculant OP dans chacun des triangles OPA, OPB,

$$OP = a\frac{\sin A_2}{\sin(A_2 - A_1)} = b\frac{\sin A_3}{\sin(A_3 - A_1)};$$

d'où

$$\sin A_2 \sin(A_3 - A_1) = \frac{b}{a}\sin A_3 \sin(A_2 - A_1)$$

qui, développée après le passage aux logarithmes, deviendra

$$(1)\qquad (\delta_{2-1} - \delta_{3-1})x_1 + (\delta_2 - \delta_{2-1})x_2 + (\delta_{3-1} - \delta_3)x_3 = G,$$

en posant

$$G = \log\frac{b}{a}\,\frac{\sin a_3 \sin(a_2 - a_1)}{\sin a_2 \sin(a_3 - a_1)}$$

et

$$\delta_{i-k} = \delta_{a_i - a_k}.$$

En appliquant la méthode des moindres carrés, la solution sera représentée par les formules suivantes :

$$x_1 = h(\delta_{2-1} - \delta_{3-1}),\qquad x_2 = h(\delta_2 - \delta_{2-1}),\qquad x_3 = h(\delta_{3-1} - \delta_3);$$

$$h = \frac{G}{(\delta_{2-1} - \delta_{3-1})^2 + (\delta_2 - \delta_{2-1})^2 + (\delta_{3-1} - \delta_3)^2}.$$

On aura ensuite, pour les coordonnées du point P,

$$X = a\frac{\cos A_1 \sin A_2}{\sin(A_2 - A_1)},\qquad Y = a\frac{\sin A_1 \sin A_2}{\sin(A_2 - A_1)},$$

ou

$$X = b\frac{\cos A_1 \sin A_3}{\sin(A_3 - A_1)},\qquad Y = b\frac{\sin A_1 \sin A_3}{\sin(A_3 - A_1)}.$$

Autre solution du même problème. — Dans ce qui précède on a cherché à corriger les angles mesurés, après quoi les coordonnées cherchées ont été calculées au moyen des angles corrigés.

On peut se proposer le calcul direct des coordonnées ([1]). Si les angles avaient été exactement mesurés, on aurait eu

$$(1) \qquad \tan g\, a_1 = \frac{Y}{X}, \qquad \tan g\, a_2 = \frac{Y}{X-a}, \qquad \tan g\, a_3 = \frac{Y}{X-b}.$$

Mais, en raison des erreurs d'observation, il n'existe pas de système de valeurs de X, Y satisfaisant exactement à ces équations.

Calculons un système approché de valeurs x, y satisfaisant à peu près à deux de ces égalités, à la première et à la dernière par exemple, résolues à l'aide de Tables à quatre ou à cinq décimales. Alors, considérant le point p qui aurait pour coordonnées x, y, on calculera, avec précision, les angles b_1, b_2, b_3 correspondant à ce point par

$$(2) \qquad \tan g\, b_1 = \frac{y}{x}, \qquad \tan g\, b_2 = \frac{y}{x-a}, \qquad \tan g\, b_3 = \frac{y}{x-b}.$$

En appelant r_1, r_2, r_3 les distances des points O, A, B au point p, on aura aussi

$$(3) \qquad r_1 \sin b_1 = r_2 \sin b_2 = r_3 \sin b_3 = y,$$

$$(4) \qquad r_1 \cos b_1 = x, \qquad r_2 \cos b_2 = x - a, \qquad r_3 \cos b_3 = x - b.$$

En différentiant les équations (2), on aura

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{db_1}{\cos^2 b_1} &= \frac{x\,dy - y\,dx}{x^2}, \\ \frac{db_2}{\cos^2 b_2} &= \frac{(x-a)\,dy - y\,dx}{(x-a)^2}, \\ \frac{db_3}{\cos^2 b_3} &= \frac{(x-b)\,dy - y\,dx}{(x-b)^2}, \end{aligned} \right.$$

et l'on essayera de satisfaire à ces égalités en donnant à dx et à dy des valeurs ξ, η, telles que les différentielles db_1, db_2, db_3 deviennent égales, si possible, aux différences entre les angles mesurés a_1, a_2, a_3 et les angles ci-dessus calculés. Posant donc

$$db_1 = a_1 - b_1 = \alpha_1, \qquad db_2 = a_2 - b_2 = \alpha_2, \qquad db_3 = a_3 - b_3 = \alpha_3,$$

([1]) *Voir* Liagre, *Ibid.*, p. 400.

on aura à satisfaire aux équations

$$-\frac{y\cos^2 b_1}{x^2}\xi+\frac{x\cos^2 b_1}{x^2}\eta=\alpha_1,$$

$$-\frac{y\cos^2 b_2}{(x-a)^2}\xi+\frac{(x-a)\cos^2 b_2}{(x-a)^2}\eta=\alpha_2,$$

$$-\frac{y\cos^2 b_3}{(x-b)^2}\xi+\frac{(x-b)\cos^2 b_3}{(x-b)^2}\eta=\alpha_3,$$

qui, à l'aide des égalités (3), (4), prendront la forme

$$(6)\qquad\left\{\begin{aligned}-\frac{\sin b_1}{r_1}\xi+\frac{\cos b_1}{r_1}\eta&=\alpha_1,\\-\frac{\sin b_2}{r_2}\xi+\frac{\cos b_2}{r_2}\eta&=\alpha_2,\\-\frac{\sin b_3}{r_3}\xi+\frac{\cos b_3}{r_3}\eta&=\alpha_3.\end{aligned}\right.$$

En résolvant ces équations par la méthode des moindres carrés, on déterminera les valeurs les plus probables de ξ et de η, et, par suite aussi, des coordonnées

$$(7)\qquad X=x+\xi,\qquad Y=y+\eta$$

du point P.

Cette marche, beaucoup moins simple que la première, a l'avantage de permettre la détermination de l'ordre d'approximation des résultats.

D'abord, en partant des coordonnées calculées (7), on pourra déterminer les angles c_1, c_2, c_3 relatifs au point correspondant P, et en déduire les différences ε'_1, ε'_2, ε'_3 entre ces angles et les angles observés.

Remarquons que les résidus, que les valeurs calculées pour ξ, η feront apparaître dans le système (6), sont précisément ces mêmes différences, comme il est facile de le voir. Les valeurs acquises alors par les premiers membres sont égales à c_1-b_1, c_2-b_2, c_3-b_3: les résidus sont donc

$$(c_1-b_1)-\alpha_1=c_1-a_1=\varepsilon'_1;\quad(c_2-b_2)-\alpha_2=\varepsilon'_2;\quad(c_3-b_3)-\alpha_3=\varepsilon'_3.$$

L'erreur moyenne des mesures sera alors

$$e=\sqrt{\frac{(\varepsilon'\varepsilon')}{3-2}},$$

et les erreurs moyennes de X et de Y seront données par

$$e_x = e\sqrt{Q}, \qquad e_y = e\sqrt{Q'_1},$$

et l'on sait calculer les quantités auxiliaires Q, Q'_1, qui sont inversement proportionnelles aux poids respectifs des déterminations de x et de y.

Applications numériques.

Observations préliminaires. — Certains éléments fondamentaux de la compensation exigent une très grande précision dans les calculs. Telles sont, par exemple, les quantités qu'on a précédemment désignées par G. Dans chaque compensation, G désigne un facteur de corrections.

Si les opérations ne comportaient aucune erreur, G serait rigoureusement nul; et, dans une triangulation bien faite, G, qui est un logarithme, ne s'élève guère au-dessus du sixième ordre décimal. Donc, avec des Tables à 5 décimales, on aurait toujours G = 0, et toutes les corrections seraient nulles. Des Tables à 7 décimales ne donneront la valeur de G qu'avec deux ou trois chiffres, le dernier étant très douteux, ce qui limitera étroitement le nombre des chiffres sur lesquels on pourra compter dans les résultats. D'ailleurs les différences tabulaires relatives à une seconde, utilisées dans les calculs, n'atteignent de leur côté que pour les petits angles les unités du cinquième ordre.

Donc, pour les calculs de compensation, les Tables à 7 décimales sont à peine suffisantes. C'est pourquoi le Service géographique de l'Armée a publié, en 1891, des Tables à 8 décimales, suivant la division centésimale qui est réglementaire dans le Service.

Il n'y a pas actuellement d'autres Tables utilisables à division centésimale du cercle pour les calculs géodésiques, les anciennes Tables de Borda étant aujourd'hui épuisées. Les élèves n'ayant, à leur disposition, avec 7 décimales, que des Tables à division sexagésimale, nous avons dû conserver ce mode de division du cercle dans nos Exemples numériques. Cependant, comme type de calcul réel, nous emprunterons au *Mémorial du Dépôt de la Guerre* un exemple de compensation avec l'emploi des nouvelles Tables à 8 décimales, suivant la division centésimale du quadrant.

COMPENSATION D'UN TRIANGLE AVEC UNE CONDITION DE FERMETURE.

Données numériques.

Angles observés.. $\begin{cases} A_1 = 95^\circ.15'.42'',223 \\ B_1 = 39.41.\ 6,656 \\ C_1 = 45.\ 3.17,940 \end{cases}$ Côtés observés.. $\begin{cases} c = 53262^{\text{m}},15 \\ b_1 = 48053,52 \end{cases}$ $R = 6383000^{\text{m}}$

Corriger les angles observés de façon que la longueur calculée pour b, en partant de celle de c, soit égale à la longueur observée b_1.

Excès sphérique et angles moyens.

$$\varepsilon = \frac{1}{\sin 1''}\,\frac{T}{R^2}, \qquad T = \frac{c^2 \sin A_1 \sin B_1}{2 \sin C_1}.$$

$$\begin{aligned}
\log c &= 4{,}72642 \\
\log R &= 6{,}80502 \\
\operatorname{colog} R &= \bar{7}{,}19498 \\
\log \sin C_1 &= \bar{1}{,}84989
\end{aligned}
\qquad
\begin{aligned}
2 \log c &= 9{,}45284 \\
\log \sin A_1 &= \bar{1}{,}99817 \\
\log \sin B_1 &= \bar{1}{,}80520 \\
\operatorname{colog} \sin C_1 &= 0{,}15011 \\
\operatorname{colog} \sin 1'' &= 5{,}31442 \\
2 \operatorname{colog} R &= \overline{14}{,}38996 \\
\hline
\log 2\varepsilon &= 1{,}11070 \\
2\varepsilon &= 12''{,}903 \\
\varepsilon &= 6''{,}451
\end{aligned}$$

$A_1 + B_1 + C_1 = 180^\circ + 6'',819$

Somme des erreurs en excès α

$\alpha = 0'',368$

Retranchant de chacun des angles observés $\frac{\alpha + \varepsilon}{3} = 2'',273$, on aura les *angles moyens* A, B, C.

$A = 95^\circ 15' 39'',950$	$\log \sin A = \bar{1}{,}9981665$	$\delta_A = 2{,}0 \times 10^{-7}$
$B = 39.41.\ 4{,}383$	$\log \sin B = \bar{1}{,}8052019$	$\delta_B = 25{,}4$
$C = 45.\ 3.15{,}667$	$\log \sin C = \bar{1}{,}8498966$	$\delta_C = 21{,}0$

Calcul de b.

$$\begin{aligned}
\log c &= 4{,}7264187 \\
\log \sin B &= \bar{1}{,}8052019 \\
\operatorname{colog} \sin C &= 0{,}1501034 \\
\hline
\log b &= 4{,}6817240 \\
b &= 48053{,}439
\end{aligned}$$

Calcul des corrections des angles moyens.

$$G = \log \frac{b_1}{b}, \qquad h = \frac{G}{2(\delta_B^2 + \delta_B \delta_C + \delta_C^2)}, \qquad \left\{ \begin{aligned} x &= -h(\delta_B - \delta_C), \\ y &= +h(2\delta_B - \delta_C), \\ z &= -h(2\delta_C + \delta_B). \end{aligned} \right.$$

$$\begin{aligned}
\log b_1 &= 4{,}6817252 \\
\operatorname{colog} b &= \bar{5}{,}3182760 \\
\hline
G &= 0{,}0000012 \\
G &= 12 \times 10^{-7}
\end{aligned}
\qquad
\begin{aligned}
\delta_B^2 &= 645{,}16 \times 10^{-14} \\
\delta_B \delta_C &= 533{,}40 \\
\delta_C^2 &= 441{,}00 \\
\hline
& 1619{,}56 \times 10^{-14}
\end{aligned}
\qquad
h = \frac{6 \times 10^7}{1619{,}56} = 37047.$$

$$\begin{aligned} \delta_B - \delta_C &= 4,4 \times 10^{-7} \\ 2\delta_B + \delta_C &= 71,8 \\ 2\delta_C + \delta_B &= 67,4 \end{aligned} \qquad \left\{ \begin{aligned} x &= -0'',016 \\ y &= +0,266 \\ z &= -0,250 \end{aligned} \right. \qquad x + y + z = 0.$$

Telles sont les corrections des angles moyens. Celles à faire subir aux angles observés seraient

$$\left\{ \begin{aligned} x_1 &= -0'',139 \\ y_1 &= +0,143 \\ z_1 &= -0,373 \end{aligned} \right. \qquad x_1 + y_1 + z_1 = -0'',369.$$

RATTACHEMENT D'UN SIGNAL AUX SOMMETS D'UN TRIANGLE.

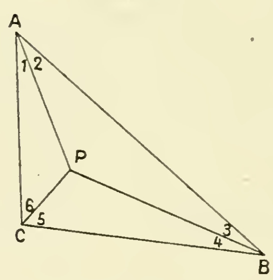
Données numériques.

Angles mesurés :

$$\begin{aligned} a_1 &= 17^\circ.47'.\ 9'',620 \\ a_2 &= 27.16.\ 8,320 \\ a_3 &= 19.20.\ 3,426 \\ a_4 &= 20.21.\ 3,230 \\ a_5 &= 61.23.36,380 \\ a_6 &= 33.52.\ 5,843 \end{aligned}$$

Excès sphérique $\varepsilon = 6'',451$.

Fig. 8.



Formules.

$$\alpha = 180^\circ + \varepsilon - a_1 - a_2 - a_3 - a_4 - a_5 - a_6,$$

$$G = \log \frac{\sin a_1 \sin a_3 \sin a_5}{\sin a_2 \sin a_4 \sin a_6},$$

$$\left\{ \begin{aligned} &-(s_1 - s_2)h + 6k = \alpha, \qquad && s_1 = \delta_1 + \delta_3 + \delta_5, \qquad s_2 = \delta_2 + \delta_4 + \delta_6, \\ &-s^2 h - (s_1 - s_2)k = G; \qquad && s^2 = \delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2, \end{aligned} \right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} x_1 = k - h\,\delta_1, \\ x_3 = k - h\,\delta_3, \\ x_5 = k - h\,\delta_5, \end{array}\right. \qquad \left\{\begin{array}{l} x_2 = k + h\,\delta_2, \\ x_4 = k + h\,\delta_4, \\ x_6 = k + h\,\delta_6. \end{array}\right.$$

Calcul des quantités auxiliaires G, s_1, s_2, s^2.

$$\begin{array}{rlrlrl} \log\sin a_1 = & \bar{1},4849582 & \delta_1 = & 65,6 \times 10^{-7} & \delta_1^2 = & 4,3034 \times 10^{-11} \\ a_3 = & \bar{1},5199318 & \delta_3 = & 60,0 & \delta_3^2 = & 3,6000 \\ a_5 = & \bar{1},9434589 & \delta_5 = & 11,5 & \delta_5^2 = & 0,1322 \\ & \overline{\bar{2},9483489} & s_1 = & \overline{137,1} & & \end{array}$$

$$\begin{array}{rlrlrl} \log\sin a_2 = & \bar{1},6610251 & \delta_2 = & 40,9 & \delta_2^2 = & 1,6728 \\ a_4 = & \bar{1},5412904 & \delta_4 = & 56,8 & \delta_4^2 = & 3,2262 \\ a_6 = & \bar{1},7460779 & \delta_6 = & 31,4 & \delta_6^2 = & 0,9860 \\ & \overline{\bar{2},9483934} & s_2 = & \overline{129,1} & & \end{array}$$

$$G = -0,0000445 \qquad s_1 - s_2 = +8 \times 10^{-7} \qquad s^2 = 13,9206 \times 10^{-11}$$

$$G = 445 \times 10^{-7}$$

Équations normales en h, k.

$$a_1 + a_2 + \ldots + a_6 = 180^\circ + 6'',819; \qquad \alpha = 6'',451 - 6'',819 = -0'',368.$$

$$\left\{\begin{array}{l} 8 \times 10^{-7} h + 6k = -0,368, \\ 13,9206 \times 10^{-11} h + 8 \times 10^{-7} k = 445 \times 10^{-7}. \end{array}\right.$$

Posant $h_1 = h \times 10^{-7}$, et simplifiant, on a

$$\left\{\begin{array}{l} 4h_1 + 3k = -0,184, \\ 13920,6\,h_1 + 8k = 445. \end{array}\right.$$

$$k = -0,104036; \qquad h = 320268.$$

Calcul des corrections.

$$\begin{array}{ll} h\,\delta_1 = 2,1009, & h\,\delta_2 = 1,3099, \\ h\,\delta_3 = 1,9216, & h\,\delta_4 = 1,8191, \\ h\,\delta_5 = 0,3681, & h\,\delta_6 = 1,0056. \end{array}$$

$$\left\{\begin{array}{l} x_1 = +1'',9969, \\ x_3 = +1,8176, \\ x_5 = +0,2641, \end{array}\right. \qquad \left\{\begin{array}{l} x_2 = -1'',4139, \\ x_4 = -1,9231, \\ x_6 = -1,1096. \end{array}\right.$$

Somme des corrections $= -0'',368 = \alpha$

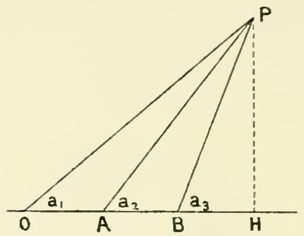
RATTACHEMENT D'UN SIGNAL A UNE BASE.

PREMIÈRE MÉTHODE. — *Formules.*

$$G = \log \frac{b}{a} \frac{\sin a_3 \sin(a_2 - a_1)}{\sin a_2 \sin(a_3 - a_1)},$$

$$h = \frac{G}{(\delta_{2-1} - \delta_{3-1})^2 + (\delta_2 - \delta_{2-1})^2 + (\delta_{3-1} - \delta_3)^2};$$

Fig. 9.



$$x_1 = h(\delta_{2-1} - \delta_{3-1}), \qquad x_2 = h(\delta_2 - \delta_{2-1}), \qquad x_3 = h(\delta_{3-1} - \delta_3);$$

$$A_1 = a_1 + x_1, \qquad A_2 = a_2 + x_2, \qquad A_3 = a_3 + x_3,$$

$$X = b \frac{\cos A_1 \sin A_3}{\sin(A_3 - A_1)}, \qquad Y = b \frac{\sin A_1 \sin A_3}{\sin(A_3 - A_1)}.$$

Angles donnés.	log sin.	δ.
$a_1 = 61°.\ 4'.38'',7$	$\bar{1},9421439,9$	$11,6 \times 10^{-7}$
$a_2 = 73.22.13,4$	$\bar{1},9814447,4$	$6,3$
$a_3 = 86.27.18,9$	$\bar{1},9911683,6$	$1,3$
$a_2 - a_1 = 12.17.34,7$	$\bar{1},3281972,2$	$96,6$
$a_3 - a_1 = 25.22.40,2$	$\bar{1},6320375,8$	$44,4$

	Carrés.
$\delta_2 - \delta_{2-1} = -90,3$	$8154,09 \times 10^{-14}$
$\delta_{2-1} - \delta_{3-1} = +52,2$	$2724,82$
$\delta_{3-1} - \delta_3 = +43,1$	$1857,61$
	$12736,52 \times 10^{-14}$

Longueurs données :

$$a = 9,3793, \qquad \log a = 0,9721704.$$
$$b = 18,1256, \qquad \log b = 1,2582900.$$

Calcul de G, h.

$$\begin{aligned}
\log b &= 1,2582900, \\
\operatorname{colog} a &= \bar{1},0278296, \\
\log \sin a_3 &= \bar{1},9991683.6, \\
\log \sin(a_2 - a_1) &= \bar{1},3281972.2, \\
\operatorname{colog} \sin a_2 &= 0,0185552.6, \\
\operatorname{colog} \sin(a_3 - a_1) &= 0,3679624.2, \\
\hline
G &= 0,0000028.6, \\
G &= 28,6 \times 10^{-7},
\end{aligned}$$

$$h = \frac{28,6 \times 10^{-7}}{12736,52 \times 10^{-14}} = \frac{28600}{1,273652},$$

$$\log h = 4,35132,$$

$$h = 22455.$$

Calcul des corrections x_1, x_2, x_3 et des angles corrigés A_1, A_2, A_3.

$$\log h = 4,35132,$$

$$\begin{aligned}
\log(\delta_{2-1} - \delta_{3-1}) &= \bar{6},71767, & \log x_1 &= \bar{1},06899, & x_1 &= +0'',117, \\
\log -(\delta_2 - \delta_{2-1}) &= \bar{6},95569, & \log - x_2 &= \bar{1},30701, & x_2 &= -0,203, \\
\log(\delta_{3-1} - \delta_3) &= \bar{6},63448, & \log x_3 &= \bar{2},98580, & x_3 &= +0,093.
\end{aligned}$$

Calcul des coordonnées X, Y.

$$\begin{aligned}
A_1 &= 61^\circ\,4'\,38'',817, & \log b &= 1,2582900. \\
A_3 &= 86.27.18,997, & \log \sin A_3 &= \bar{1},9991684, \\
A_3 - A_1 &= 25.22.40,180, & \operatorname{colog} \sin(A_3 - A_1) &= 0,3679625, \\
& & \log \sin A_3 &= \bar{1},9421441. \\
& & \log \cos A_1 &= \bar{1},6845105. \\
\end{aligned}$$

$$\left\{\begin{aligned} X &= 20^{m},4142, \\ Y &= 36^{m},9458, \end{aligned}\right. \qquad \begin{aligned} \log X &= 1,3099314, \\ \log Y &= 1,5675650. \end{aligned}$$

DEUXIÈME MÉTHODE (Liagre).

On se bornera aux cadres des calculs.

Fermeture approchée : $y = x \operatorname{tang} a_1$, $\quad y = (x - b) \operatorname{tang} a_3$.

$$x = 20,414,$$

$$y = 36,946.$$

Éléments de la figure fermée approchée.

$$\operatorname{tang} b_1 = \frac{y}{x}, \qquad \operatorname{tang} b_2 = \frac{y}{x - a}, \qquad \operatorname{tang} b_3 = \frac{y}{x - b};$$

$$r_1 = \frac{y}{\sin b_1}, \qquad r_2 = \frac{y}{\sin b_2}, \qquad r_3 = \frac{y}{\sin b_3}.$$

$$\begin{aligned}
b_1 &= 61^\circ\,4'\,39'',94, & \log r_1 &= 1,6254200, & \alpha_1 &= a_1 - b_1 = -1,24, \\
b_2 &= 73.22.14,30, & \log r_2 &= 1,5861221, & \alpha_2 &= a_2 - b_2 = -0,90. \\
b_3 &= 86.27.20,45, & \log r_3 &= 1,5683988, & \alpha_3 &= a_3 - b_3 = -1,55.
\end{aligned}$$

Équations à résoudre.

$$-\frac{\sin b_i}{r_i}\xi + \frac{\cos b_i}{r_i}\eta = \alpha_i, \qquad (i = 1, 2, 3).$$

$$(a) \qquad \begin{cases} -4277{,}10\,\xi + 2363{,}24\,\eta = -1{,}24 \\ -5125{,}64\,\xi + 1530{,}90\,\eta = -0{,}90 \\ -5561{,}54\,\xi + 344{,}48\,\eta = -1{,}55. \end{cases}$$

Équations normales.

En posant $\xi \times 10^3 = x'$, $\eta \times 10^3 = y'$,

$$\begin{cases} 75497\,x' - 19871\,y' = 18537{,}1, \\ -19871\,x' + 8047\,y' = -4842{,}2. \end{cases}$$

$$x' = 0{,}24896, \qquad \xi = 0{,}000249,$$
$$y' = 0{,}01307, \qquad \eta = 0{,}000013.$$

Coordonnées cherchées :

$$X = x + \xi = 20{,}414249,$$
$$Y = y + \eta = 36{,}946013.$$

Remarque. — Cette seconde méthode exige des calculs beaucoup plus longs que la première; mais elle permet d'apprécier le degré de précision des résultats, comme on l'a montré antérieurement.

Pour cela, calculons d'abord les valeurs c_1, c_2, c_3 des angles mesurés qui correspondraient au point P de coordonnées X, Y.

$$\operatorname{tang} c_1 = \frac{X}{Y}, \qquad \operatorname{tang} c_2 = \frac{Y}{X - a}, \qquad \operatorname{tang} c_3 = \frac{Y}{X - b};$$

on trouve :

$$c_1 = 61^{\circ}.\,4'.38'',9, \qquad \varepsilon'_1 = a_1 - c_1 = -0'',2,$$
$$c_2 = 73.22.13{,}03, \qquad \varepsilon'_2 = a_2 - c_2 = +0{,}37,$$
$$c_3 = 86.27.19{,}07, \qquad \varepsilon'_3 = a_3 - c_3 = -0.17.$$

Ces *erreurs apparentes* $\varepsilon'_1, \varepsilon'_2, \varepsilon'_3$ sont aussi les résidus ou erreurs de fermeture des équations résolues (a).

L'*erreur moyenne* des déterminations c_1, c_2, c_3 des angles sera

$$e = \sqrt{\frac{(\varepsilon'\varepsilon')}{3-2}} = \sqrt{0{,}2026} = 0'',45;$$

et en calculant, suivant la règle ordinaire, les quantités auxiliaires Q et Q'_1, on trouve

$$Q = 0{,}0000378, \qquad Q'_1 = 0{,}0003550,$$

d'où, pour les *erreurs à craindre* sur X et sur Y,

$$e_x = \pm e\sqrt{Q} = \pm 0^{m},000\,088, \qquad e_y = \pm e\sqrt{Q'_1} = \pm 0^{m},000\,268.$$

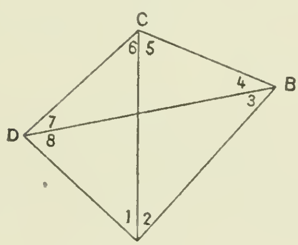
On voit d'abord que l'abscisse est déterminée avec une exactitude trois fois plus grande que l'ordonnée, et ensuite que les résultats des deux méthodes sont absolument concordants, les différences étant comprises dans les limites assignées aux erreurs à craindre.

COMPENSATION D'UN QUADRILATÈRE [1].

Angles observés.

$$\begin{aligned} a_1 &= 55^{G}.1590^{''},608 \\ a_2 &= 48.2303,321 \\ a_3 &= 34.3979,389 \\ a_4 &= 34.0829,366 \\ a_5 &= 83.2890,870 \\ a_6 &= 47.6399,207 \\ a_7 &= 34.9881,735 \\ a_8 &= 62.2135,173 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} A &= 103^{G}.3893^{''},929, \\ B &= 68.4808,755, \\ C &= 130.9290,077, \\ D &= 97.2016,908. \end{aligned}$$

Fig. 10.



Excès sphériques..
triangle	BCD........	$\varepsilon_1 = 3^{''},938$,
»	CDA........	$\varepsilon_2 = 3,880$,
»	DAB........	$\varepsilon_3 = 5,580$,
»	ABC........	$\varepsilon_4 = 5,638$,

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_3 = \varepsilon_2 + \varepsilon_4 = 9^{''},518.$$

---

[1] Dans cet exemple, tiré du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, Tome XII, page 303, on a conservé la disposition des calculs adoptée par le Service géographique pour les compensations de la *nouvelle méridienne de France*.

Équations aux angles. $(A) = l - p + 1 = 3$.

On désignera par a'_i l'angle a_i corrigé; la correction étant x_i, on a

$$a'_i = a_i + x_i,$$

x_i représentant des secondes centésimales.

Triangle BCD :

$$\begin{aligned}
a'_4 &= 34^{G}.0829'',366 + x_4, \\
a'_5 - a'_6 &= 130.9290,077 + x_5 + x_6, \\
a'_7 &= 34.9881,735 + x_7, \\
a'_4 + a'_5 + a'_6 + a'_7 &= 200.0001,178 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7, \\
200 + \varepsilon_1 &= 200.0003,938,
\end{aligned}$$

$$\text{I.} \qquad 0 = -2,760 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7.$$

Triangle CDA :

$$\begin{aligned}
a'_1 &= 55.1590,608 + x_1, \\
a'_6 &= 47.6399,207 + x_6, \\
a'_7 + a'_8 &= 97.2016,908 + x_7 + x_8, \\
a'_1 + a'_6 + a'_7 + a'_8 &= 200.0006,723 + x_1 + x_6 + x_7 + x_8, \\
200 + \varepsilon_2 &= 200.0003,880,
\end{aligned}$$

$$\text{II.} \qquad 0 = +2,843 + x_1 + x_6 + x_7 + x_8.$$

Triangle DAB :

$$\begin{aligned}
a'_1 + a'_2 &= 103.3893,929 + x_1 + x_2, \\
a'_3 &= 34.3979,389 + x_3, \\
a'_8 &= 62.2135,173 + x_8, \\
a'_1 + a'_2 + a'_3 + a'_8 &= 200.0008,491 + x_1 + x_2 + x_3 + x_8, \\
200 + \varepsilon_3 &= 200.0005,580,
\end{aligned}$$

$$\text{III.} \qquad 0 = +2,911 + x_1 + x_2 + x_3 + x_8.$$

On ne considère pas le quatrième triangle ABC qui donnerait une équation non distincte des premières, en vertu de la relation $\varepsilon_1 + \varepsilon_3 = \varepsilon_2 + \varepsilon_4$.

Équations aux côtés. $(C) = l - 2p + 3 = 1$.

Formons la relation relative au sommet A :

$$\sin ABC \sin ACD \sin ADB = \sin ADC \sin ACB \sin ABD$$

ou

$$\sin(a_3 + a_4 + x_3 + x_4)\sin(a_6 + x_6)\sin(a_8 + x_8) = \sin(a_7 + a_8 + x_7 + x_8)\sin(a_5 + x_5)\sin(a_3 + x_3).$$

d'où, en développant après le passage aux logarithmes,

$$0 = \log \frac{\sin a_3 \sin a_5 \sin(a_7 + a_8)}{\sin a_6 \sin a_8 \sin(a_3 + a_4)}$$
$$+ x_3(\delta_3 - \delta_{3+4}) - x_4\,\delta_4 + x_5\,\delta_5 - x_6\,\delta_6 + x_7\,\delta_{7+8} - x_8(\delta_8 - \delta_{7+8}).$$

En passant aux nombres, on aura, en unités du huitième ordre,

$$0 = +3721 + 768,9x_3 - 368,4x_4 + 183,3x_5 - 734,8x_6 + 30,0x_7 - 430,3x_8$$

ou

$$\text{IV.} \qquad 0 = +3,721 + 0,7689x_3 - 0,3684x_4$$
$$+ 0,1833x_5 - 0,7348x_6 + 0,0300x_7 - 0,4303x_8.$$

Équations de condition.

	x_1.	x_2.	x_3.	x_4.	x_5.	x_6.	x_7.	x_8	
$0 = -2,760$	»	»	»	$+1,0000$	$+1,0000$	$+1,0000$	$+1,0000$	»	λ_1
$0 = +2,843$	$+1,0000$	»	»	»	»	$+1,0000$	$+1,0000$	$+1,0000$	λ_2
$0 = +2,911$	$+1,0000$	$+1,0000$	$+1,0000$	»	»	»	»	$+1,0000$	λ_3
$0 = +3,721$	»	»	$+0,7689$	$-0,3684$	$+0,1833$	$-0,7348$	$-0,0300$	$-0,4303$	λ_4

Ce Tableau représente aussi les équations corrélatives que l'on formerait en égalant chaque inconnue x_i à la somme des produits des coefficients de la colonne correspondante par les multiplicateurs λ_1, λ_2, λ_3, λ_4.

On aurait ainsi, par exemple,

$$x_6 = \lambda_1 + \lambda_2 - 0,7348\,\lambda_4.$$

En substituant ces valeurs dans les équations de condition, on aurait les *équations normales* qu'on peut tirer simplement du Tableau précédent.

Supposons qu'on effectue les substitutions dans la première équation. La valeur de x_4 sera multipliée par le premier coefficient 1,000 et, comme les coefficients de λ dans x_4 sont précisément ceux qui forment la colonne, on voit que si l'on groupe en colonnes les coefficients de λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 dans la première équation, la ligne correspondant à x_4 sera la somme des produits des termes de la colonne par le coefficient de x_4 que l'on considère.

Plus généralement, la ligne des coefficients de λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 relatifs à un terme quelconque d'une équation de condition sera obtenue en multipliant le coefficient de ce terme respectivement par ceux qui composent la colonne correspondante. En réunissant toutes les lignes qui répondent à chacune des équations de condition, où le terme indépendant n'est pas modifié, on obtient les diverses équations normales. C'est ainsi que le Tableau suivant a été formé :

Équations normales.

	λ_1.	λ_2.	λ_3.	λ_4.
»	+1,000	»	»	−0,3684
»	+1,000	»	»	+0,1833
»	+1,000	+1,000	»	−0,7348
»	+1,000	+1,000	»	+0,0300
0 = −2,760	+4,000	+2,000	»	−0,8899
»	»	+1,000	+1,000	»
»	+1,000	+1,000	»	−0,7348
»	+1,000	+1,000	»	+0,0300
»	»	+1,000	+1,000	−0,4303
0 = +2,843	+2,000	+4,000	+2,000	−1,1351
»	»	+1,000	+1,000	»
»	»	»	+1,000	»
»	»	»	+1,000	+0,7689
»	»	+1,000	+1,000	−0,4303
0 = +2,911	»	+2,000	+4,000	+0,3386
»	»	»	+0,7689	+0,59121
»	−0,3684	»	»	+0,13572
»	+0,1833	»	»	+0,03360
»	−0,7348	−0,7348	»	+0,53993
»	+0,0300	+0,0300	»	+0,00090
»	»	−0,4303	−0,4303	+0,18516
0 = +3,721	−0,8899	−1,1351	+0,3386	+1,48652

La résolution des équations normales, par substitutions successives, est présentée dans le Tableau suivant :

Résolution des équations normales.

	λ_1.	λ_2.	λ_3.	λ_4.
0 = −2,760	+4,000	+2,000	»	−0,8899
λ_1 = +0,6900	»	−0,500	»	+0,22248
0 = +2,911	»	+2,000	+4,000	+0,3386
λ_3 = −0,72775	»	−0,500	»	−0,08465

$0 = +2,843$	$+2,000$	$+4,000$	$+2,000$	$-1,1351$
$-1,45550$	»	$-1,000$	»	$-0,16930$
$+1,38000$	»	$-1,000$	»	$+0,44495$
$0 = +2,76750$	»	$+2,000$	»	$-0,85945$
$\lambda_2 = -1,38373$	»	»	»	$+0,42972$
$0 = +3,721$	$-0,8899$	$-1,1351$	$+0,3386$	$+1,48652$
$-0,24642$	»	$-0,16930$	»	$-0,02866$
$-0,61403$	»	$+0,44495$	»	$-0,19798$
$+1,18926$	»	»	»	$-0,36932$
$0 = +4,04981$	»	$-0,85945$	»	$+0,89056$
$\lambda_4 = -4,54749$	»	»	»	»

La formation de ce Tableau est très simple. Des deux équations incomplètes, écrites en premier lieu, on tire les valeurs de λ_1, λ_3 en fonction de λ_2, λ_4. Chacune de ces valeurs figure au-dessous de l'équation qui l'a fournie, dans les deux premières tranches du Tableau. On substitue alors ces valeurs dans la troisième équation qui forme la première ligne de la troisième tranche; la valeur de $2,000\lambda_3$ substituée forme la seconde ligne, et celle de $2,000\lambda_1$, la troisième, de sorte qu'on obtient, par addition, l'équation

$$0 = +2,76750 + 2,000\lambda_2 - 0,85945\lambda_4,$$

d'où l'on tire la valeur de λ_2.

Dans la quatrième équation, on remplace d'abord λ_3 et λ_1 en λ_2 et λ_4, ce qui fait apparaître la seconde et la troisième ligne de la dernière tranche. Le coefficient total de λ_2 est alors $-0,85945$; et la substitution de la valeur de λ_2 conduit à l'équation à deux termes d'où l'on tire λ_4. Par des substitutions successives, on trouve ensuite les valeurs des autres multiplicateurs.

Substitutions.

$$\lambda_4 = \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad = -4,54749,$$
$$\lambda_2 = -1,38373 \qquad\qquad - 1,95415 = -3,33790,$$
$$\lambda_1 = +0,69000 + 1,66895 - 1,01173 = +1,34722,$$
$$\lambda_3 = -0,72775 + 1,66895 + 0,38495 = +1,32615.$$

Les valeurs des corrections cherchées s'obtiendront enfin en portant les valeurs des paramètres λ dans les équations corrélatives, non écrites, mais qui apparaissent, comme on l'a vu, dans le Tableau des équations de condition.

Calcul des corrections.

	λ_1.	λ_2.	λ_3.	λ_4.	Corrections.
					$''$
$x_1 =$	»	$-3,33790$	$+1,32615$	»	$= -2,01175$
$x_2 =$	»	»	$+1,32615$	»	$= +1,32615$
$x_3 =$	»	»	$+1,32615$	$-3,49657$	$= -2,17042$
$x_4 =$	$+1,34722$	»	»	$+1,67530$	$= +3,02252$
$x_5 =$	$+1,34722$	»	»	$-0,83355$	$= +0,51367$
$x_6 =$	$+1,34722$	$-3,33790$	»	$+3,34150$	$= +1,35082$
$x_7 =$	$+1,34722$	$-3,33790$	»	$-0,13642$	$= +2,12710$
$x_8 =$	»	$-3,33790$	$+1,32615$	$+1,95678$	$= -0,05497$

Angles compensés.

$$
\begin{aligned}
\alpha'_1 &= 55^{G}.1588'',596,\\
\alpha'_2 &= 48.2304,647,\\
\alpha'_3 &= 34.3977,219,\\
\alpha'_4 &= 34.0832,389,\\
\alpha'_5 &= 83.2891,384,\\
\alpha'_6 &= 47.6400,558,\\
\alpha'_7 &= 34.9879,608,\\
\alpha'_8 &= 62.2135,118.
\end{aligned}
$$

ULYSSE CHEZ ALCINOOS ET CHEZ LE CYCLOPE [1]

(*ODYSSÉE*, *VII-VIII et IX*)

Par M. Th. COLARDEAU,

Professeur à la Faculté des Lettres.

Ulysse arrive un soir (*Odyssée*, VI, 321) dans la maison d'Alcinoos, et s'embarque pour Ithaque le soir (XIII, 35) du surlendemain. Il passe donc chez son hôte deux fois vingt-quatre heures, soit deux soirées, deux nuits et deux journées. Établissons l'emploi de son temps pendant la durée de ce séjour.

Premier soir : Diner (VII, 155-227), récit d'Ulysse [2] (240-297).

Lendemain : Préparatifs de départ (VIII, 1-54), déjeuner (55-95) [3], cadeaux (385-448).

---

[1] Pour la première partie, cf. A. Kirchhoff, *Die homerische Odyssee*, 2te umgearbeitete Auflage, 1879, p. 209 et suiv., et surtout *Excurs* II, p. 274-291. Pour la seconde partie, cf. Dietrich Muelder, *Das Kyklopengedicht der Odyssee (Hermes*, XXXVIII, 1903, p. 414-455). — L'article qui suit reprend, en les modifiant, en les simplifiant ou en les complétant à l'occasion, deux hypothèses, l'une ancienne, l'autre récente, émises respectivement par les auteurs de ces deux travaux. Ni les questions posées ni les solutions proposées n'ont donc la prétention d'être, à proprement parler, inédites ; mais, en rapprochant ici deux hypothèses présentées séparément et relatives à des parties du poème absolument distinctes, de façon à les appuyer l'une sur l'autre, on espère avoir donné à chacune d'elles une force nouvelle.

[2] Sujet : l'aventure chez Kalypso (arrivée, séjour et départ) et l'abordage en Phéacie.

[3] Ici se placent les réjouissances de l'après-midi (fête sportive suivie d'un concert et d'un bal), dont la description remplit la moitié du chant VIII (96-384).

Lendemain soir : Dîner (469-534), récit d'Ulysse [1] (535-586 et IX-XII).

Surlendemain : Cadeaux (XIII, 7-18), préparatifs de départ (18-22), déjeuner [2] (23-62).

Voilà, entre les deux séries successives de vingt-quatre heures, un parallélisme surprenant. A première vue et sans plus ample examen, on est tenté d'y voir le résultat d'un dédoublement.

La tentation devient plus forte, si on réfléchit à deux choses. D'abord, *a priori*, le sujet, qui est le rapatriement d'Ulysse, fournissait, réduit à ses éléments essentiels, juste de quoi remplir vingt-quatre heures. Voici, semble-t-il, comment un poète ayant le goût de la mesure et de la simplicité et habitué à marcher droit au but, devait concevoir un tel sujet. Un naufragé arrive un soir chez Alcinoos, demandant à se faire rapatrier. Comme il meurt de faim, on commence par le restaurer, après quoi on lui fait dire qui il est, d'où il vient, où il veut aller. Le service qu'il réclame est accordé en principe, sans hésitation, et dès le matin du lendemain, on fait les préparatifs du départ, qui est fixé au soir même, après le coucher du soleil. Mais, comme on a affaire à un hôte de marque, on ne le laisse s'embarquer qu'après lui avoir fait fête : un grand dîner est donné en son honneur, et le bateau qui doit l'emporter est rempli de riches présents. Voilà vingt-quatre heures fort bien employées : ce n'est pas trop de temps, mais c'est assez.

On objectera sans doute que si cette façon de concevoir le sujet nous paraît la meilleure, comme étant la plus simple, c'est là une impression toute personnelle, qu'il y a même quelque impertinence à exprimer. Il est certain que le poète était libre de le concevoir d'une façon plus compliquée, s'il y trouvait quelque avantage. Mais le plus singulier, c'est qu'en fait, pour Ulysse et Alcinoos eux-mêmes, la question du départ se pose précisément comme nous venons de la poser. Ulysse est naturellement impatient de s'embarquer pour son dernier voyage [3] ; Alcinoos, de son côté, trouve cette impatience légi-

---

[1] Sujet : toutes les aventures antérieures à l'arrivée chez Kalypso.

[2] C'est, à proprement parler, l'unique repas de la journée : il correspond au déjeuner de la veille, mais se prolonge jusqu'au départ, c'est-à dire jusqu'au coucher du soleil.

[3] VII, 152 : θᾶσσον ; 222 : ἅμ' ἠοῖ φαινομένηφιν.

time : aussi lui promet-il, le premier soir, de s'occuper, dès le lendemain matin, de préparer son départ pour la fin de la journée [1], et il lui tient parole. En somme, pendant les premières vingt-quatre heures, il ne vient à l'idée de personne que le séjour d'Ulysse en Phéacie puisse se prolonger au delà de cette durée [2]. Mais le moment fixé pour l'embarquement approche, et Ulysse, à qui on avait demandé l'exposé complet de ses aventures, n'en est encore qu'aux deux tiers de son récit : s'apercevant qu'il n'aura jamais le temps d'aller jusqu'au bout, il propose d'en rester là. C'est alors seulement qu'Alcinoos, joignant ses instances à celles de sa femme, demande à son hôte de demeurer jusqu'au lendemain afin de pouvoir terminer séance tenante. Ulysse consent, sans trop se faire prier, et la séance continue (XI, 328-384). C'est ainsi que la durée de son séjour chez Alcinoos, qui devait être primitivement de vingt-quatre heures, se trouve tout à coup portée au double.

Voilà, dira-t-on, un poète qui prend bien mal ses mesures et qui ne voit pas plus loin que son nez ! Le premier soir, alors qu'il disposait d'autant d'heures qu'il voulait, il a fait faire à Ulysse un récit partiel qui n'avait pas soixante vers ; et le second soir, alors qu'il ne dispose plus que de très peu de temps entre la fin du dîner et le moment fixé pour le départ, il embarque son héros dans un récit d'ensemble, une vraie conférence, qui doit comprendre quatre chants entiers, soit plus de deux mille vers ! Et quand il s'aperçoit, un peu tard, qu'il n'arrivera jamais à finir pour l'heure fixée, il se tire d'affaire assez cavalièrement, en s'accordant à lui-même un délai, sans s'inquiéter de la légitime impatience d'Ulysse ! Admettons, si on veut, qu'il n'y ait là, de sa part, aucune inadvertance, mais un simple procédé, c'est-à-

[1] VII, 189-192 : ἠῶθεν, et surtout 317-320. Alcinoos fait remarquer expressément (VIII, 32-33) qu'il n'a pas l'habitude de laisser s'éterniser chez lui les étrangers qui demandent le passage.

[2] Cf. ce que lui dit Laodamas, le fils aîné d'Alcinoos (VIII, 150-151), pour le décider à prendre part aux jeux : ce ne sera pas long, ce n'est pas cela qui l'empêchera de partir ; tout est prêt pour le voyage ; on n'a plus qu'à s'embarquer. Et il dit vrai : cf. en effet 51-55, où le bateau est non seulement mis à l'eau, mais encore conduit d'avance hors du port, prêt à gagner le large. D'autre part, la sœur de Laodamas, Nausicaa, fait ses adieux à Ulysse le soir de cette même journée, croyant évidemment que c'est la dernière qu'il passera dans la maison (457-468).

dire que, pour des motifs positifs qui resteraient à déterminer, il ait eu, dès le début, à part lui, l'intention de donner finalement au séjour de son héros une durée de quarante-huit heures : ce brusque changement en cours de route, que rien absolument ne faisait prévoir, a toujours quelque chose de bien singulier. Il se serait donc amusé à nous lancer sur une fausse piste? Il savait très bien que le bateau ne partirait que le soir du troisième jour, mais il l'aurait fait préparer dès la veille au matin, pour nous faire croire qu'il partirait ce jour-là? Il y aurait là, en tout cas, un raffinement dont on ne saisit pas bien l'intérêt et qu'on serait tenté d'appeler plutôt de l'incohérence.

Mais peut-être y a-t-il un moyen plus satisfaisant de rendre compte de cette incohérence : ce serait d'attribuer le changement en cours de route à une intervention postérieure. Nous serions ici en présence de deux versions successives, la seconde, conformément à l'usage, renchérissant sur la première. Dans celle-ci, le départ d'Ulysse avait lieu dans les conditions prévues d'abord, c'est-à-dire le lendemain de son arrivée ; c'est dans la seconde seulement qu'il aurait été remis au surlendemain. Alors que le poète primitif racontait les choses en cherchant uniquement à être simple, naturel et vraisemblable, l'auteur du remaniement aurait obéi à des préoccupations particulières, auxquelles il aurait sacrifié la vraisemblance et, du même coup, la simplicité. Ainsi, quand, tout à l'heure, nous imaginions une conception plus simple que celle que suppose le texte actuel, il n'y avait peut-être aucune impertinence à la trouver préférable, puisque c'est précisément celle-là qui était peut-être réalisée dans le poème avant l'intervention du remanieur. Une hypothèse intéressante de Kirchhoff vient, à point, répondre à ce « peut-être ». En examinant les deux récits d'Ulysse, il a été amené à supposer que primitivement celui-ci contait toutes ses aventures en une fois, dès le premier soir, son unique récit étant d'ailleurs moins étendu que ne l'est aujourd'hui le plus long des deux, c'est-à-dire le second[1]. Dès lors, rien n'empêchait que le départ eût lieu le lendemain soir, vingt-quatre heures après l'arrivée. Cette hypothèse n'a pas été généralement adoptée : plusieurs criti-

---

[1] Cf. p. 357, n. 1.

ques l'ont même rejetée formellement [1]. Nous persistons pourtant à penser qu'elle mérite d'être prise en sérieuse considération, et nous voudrions, pour notre part, essayer de la confirmer. Car elle aide à expliquer bien des choses qui, sans elle, seraient difficilement explicables, non seulement le parallélisme et l'incohérence relevés tout à l'heure entre les deux parties du récit, mais encore, dans le détail de l'exécution, quelques grosses invraisemblances qu'un conteur, guidé simplement par le bon sens, ne laisse pas échapper, mais dont s'embarrasse moins un remanieur, dominé par de tout autres préoccupations.

Voici une de ces invraisemblances. En tête du récit où Ulysse conte l'ensemble de ses aventures est une courte préface où, entre autres choses, il dit à ses auditeurs son nom et sa patrie (IX, 16-28). Or ce récit n'est fait que le second soir (le récit du premier soir, on l'a vu, ne comprend que l'aventure finale) : il en résulte que jusque-là Alcinoos a hébergé Ulysse sans savoir à qui il a affaire. M. de Wilamowitz-Möllendorff ne voit là rien d'extraordinaire : il rappelle [2] que, dans la même *Odyssée*, le fils de ce même Ulysse, Télémaque, est reçu de la même façon, sans avoir à se nommer, à la table de Ménélas (IV, 20-58), et que son identité n'est connue que plus tard, grâce à la perspicacité d'Hélène, qui, sans avoir jamais vu le jeune homme, retrouve dans sa physionomie les traits d'Ulysse (137-154). Sans doute, il est conforme aux règles de la politesse et de l'hospitalité antiques de restaurer l'étranger avant de lui demander, s'il est inconnu, son nom et son pays, s'il est connu, l'objet de sa visite. Par exception, Kalypso, dans le chant suivant, manque à cette règle en voyant Hermès entrer dans sa grotte et s'oublie à lui demander tout de suite ce qu'il vient faire : ce n'est pas là un simple trait de curiosité féminine, c'est parce qu'elle ne soupçonne que trop la nature de la mission dont il est chargé. Seulement elle se hâte de réparer son incorrection en lui offrant les ξείνια, c'est-à-dire en lui

---

[1] V. la liste dans l'Appendice à l'édition de l'*Odyssée* d'Ameis Hentze, 2tes Heft (*Erläuterungen zu Gesang* VII-XII, 3e Auflage, 1889), p. 17 et suiv. Relevons seulement le nom, cité en dernier lieu, de U. von Wilamowitz-Möllendorff, *Homerische Untersuchungen*, p. 131 et suiv. Ajoutons-y celui de P.-D.-Ch. Hennings, *Homers Odyssee, ein kritischer Kommentar*, 1903, p. 213.

[2] U. v. Wilamowitz-Möllendorff, *ouvr. cité*, p. 132.

servant une collation sans attendre sa réponse, et Hermès, pour son compte, ne parle qu'après s'être consciencieusement restauré (V,85-96). Quant aux autres héros qui reçoivent des hôtes, ils se comportent tous avec une parfaite correction et ont soin de les faire servir sans leur poser de questions indiscrètes [1]. Mais là s'arrête la réserve imposée au maître de la maison : le repas fini, une semblable discrétion n'est plus de mise. A ce moment, si Hélène n'avait pas d'abord reconnu Télémaque, Ménélas l'aurait formellement invité, ainsi que son compagnon, à décliner ses noms et qualités. Les deux jeunes gens ont été prévenus en se mettant à table : « Mangez, leur a-t-il dit, et à votre aise. Mais quand vous aurez fini, nous vous demanderons qui vous êtes. » (IV, 60-62). Il y a évidemment là un usage constant [2] ; car, au chant précédent, Nestor, après avoir reçu ce même Télémaque et son guide Mentor-Athéné, fait tout haut cette réflexion significative : « Maintenant que l'appétit de nos hôtes est satisfait, il est convenable de leur demander qui ils sont. » (III, 69-70) [3]. Nous ajouterons qu'évidemment il n'est pas moins convenable aux hôtes de le dire. Si la correction, de la part de celui qui reçoit, consiste à dissimuler d'abord une curiosité même légitime et à attendre la fin du repas pour poser la question au nouveau venu, elle consiste, de la part de celui qui est reçu, à ne pas retarder au delà de ce moment les confidences indispensables. Ici, c'est la discrétion qui aurait quelque chose d'indiscret. Cela posé, est-il admissible qu'Ulysse reste pendant vingt-quatre heures l'hôte d'Alcinoos sans lui laisser même soupçonner qui il est [4] ? M. de Wilamowitz dit, à ce propos, qu'Ulysse a intérêt à dissimuler

---

[1] Cf. Télémaque recevant Mentès, roi des Taphiens (I, 123-124).

[2] Comme en conviennent ceux même qui refusent de s'étonner qu'il y soit dérogé en la circonstance ; cf. Hennings, *ouvr. cité*, p. 208. Ajoutons que cet usage se pratique encore en Asie-Mineure. Dans les villages turcs, les archéologues en quête de « pierres à lettres » reçoivent l'hospitalité au *mussafir odassi* (chambre des voyageurs) sans qu'on leur pose de questions indiscrètes. Mais après le repas, les langues se délient, et on cherche à savoir si les *effendis* ne viennent pas par hasard étudier le tracé d'un chemin de fer pour le compte d'une société européenne.

[3] Cf. I, 124 et 170-173 ; XIV, 187 et suiv.

[4] La peine qu'on est obligé de se donner pour démontrer que cela est tout naturel (v. Hennings, *ouvr. cité*, p. 208 et suiv.) est, semble-t-il, une réponse suffisante à la question.

son identité, fait dont il est d'ailleurs coutumier [1]. Admettons-le, quoique ce soit, en la circonstance, difficile à soutenir. Mais alors on donne le change, on prend un faux nom, on s'attribue une patrie de fantaisie, on se forge de toutes pièces un état civil imaginaire. Ulysse a l'esprit assez inventif (πολύμητις, πολύτροπος, πολυμήχανος) pour le faire, il le prouve bien ailleurs. Il est même passé maître en cet art, et, s'il est coutumier d'un fait, c'est surtout de celui-là : c'est précisément ainsi qu'il s'y prend avec un jeune pâtre d'Ithaque, avec Eumée et avec Pénélope (XIII, 256 et suiv.; XIV, 192 et suiv.; XIX, 172 et suiv.). Vrais ou faux, on donne toujours un nom et une patrie, quand on est chez les gens ; mais on ne garde pas, pendant toute une journée, des allures mystérieuses dont ils ne s'accommoderaient pas, surtout dans un pays où on est naturellement défiant pour les étrangers (VII, 32-33).

Ce qui rend le silence d'Ulysse encore plus singulier, c'est que précisément, dès le premier soir, il est, à deux reprises, prié de se nommer, et, à deux reprises, promet de le faire. La première invitation, faite par Alcinoos, étant vague, la promesse l'est aussi ; mais la seconde, faite par Arété, étant formelle, la promesse ne l'est pas moins. Cependant Ulysse se dérobe à l'une comme à l'autre, et Alcinoos et Arété n'insistent pas ! La première fois, c'est quelques instants après son arrivée ; on vient de le servir, et Alcinoos le regarde manger. Celui-ci ne serait pas fâché de savoir qui est cet étranger, dont il ne sait rien sinon qu'il a eu des malheurs et demande à être rapatrié (VII, 151-152). Mais, alors que Ménélas avertit nettement ses hôtes qu'ils devront parler quand ils auront fini, Alcinoos laisse entendre la même chose au sien d'une façon indirecte. Se tournant vers les douze conseillers qui l'entourent, il leur propose de faire droit à la demande de l'étranger et de s'en occuper le lendemain matin. Qui sait d'ailleurs, ajoute-t-il, si ce n'est pas un immortel qui est venu faire un tour sur la terre? (199-203). Évidemment il n'en croit rien, mais c'est pour faire parler Ulysse. La preuve, c'est que celui-ci [2],

---

[1] U. v. Wilamowitz-Möllendorff, *Homerische Untersuchungen*, p. 132. Cf. Susemihl, cité par Hennings, p. 208, note.

[2] Il est naturel qu'Ulysse comprenne le procédé, car il a été le premier à l'employer pour faire dire à la fille d'Alcinoos qui elle est (VI, 150-152).

tout occupé qu'il est à manger, intervient immédiatement pour protester contre cette supposition trop flatteuse pour lui. Qu'on n'en croie rien, répond-il. Il est si peu un immortel qu'il n'y pas de mortel au monde à qui les dieux aient envoyé autant de malheurs. Mais, de grâce, qu'on le laisse manger. Quand l'estomac parle en maître, on ne saurait penser à autre chose : c'est ainsi qu'en ce moment il n'a plus de mémoire (208-221). Il n'y a qu'une façon d'interpréter cette réponse. S'il voulait dire simplement : « Ne me dérangez pas pendant que je mange », ce serait une grossièreté, et les assistants ne trouveraient pas, comme ils le font, qu'il a parlé κατὰ μοῖραν (227). Mais, aussi bien qu'Alcinoos, Ulysse sait vivre, et sa réponse mérite d'être qualifiée comme elle l'est : car c'est une promesse, atténuée par une excuse polie. Évidemment il n'a pas l'intention d'en rester là, du moment qu'il a commencé à parler; il se rend compte que sa protestation toute négative ne suffit pas à satisfaire la curiosité d'Alcinoos et doit nécessairement être complétée par des renseignements positifs, qu'après avoir dit ce qu'il n'est pas, il lui reste à dire ce qu'il est. Il s'excuse seulement de ne pas le faire à l'instant même, en raison de son grand appétit : sitôt qu'il aura fini, il parlera. C'est bien ainsi que l'entend Arété. De même qu'Ulysse a compris, à demi-mot, l'invitation d'Alcinoos, elle comprend, à demi-mot, la promesse d'Ulysse, et, dès que celui-ci a apaisé sa faim (228)[1], elle l'invite à son tour, et cette fois en termes formels, à tenir ses engagements : « Étranger, c'est à mon tour de vous interroger. Ma première question est celle-ci : « Qui êtes-vous? » (237-238). Il est difficile de poser une question plus nette. La réponse d'Ulysse ne l'est pas moins : « Reine,.. je vais répondre à ce que vous me demandez. » (241-243). Mais attendons la suite. Toutes les réponses analogues (I, 179; III, 80;

---

[1] Ici on attend la formule habituelle : « Une fois qu'il eut chassé le désir de boire et de manger. » Cf. I, 150; III, 67; IV, 68; (V, 95); *Iliade*, IX, 222. On est tout surpris de la voir remplacée (excepté dans le *Venetus* K, où le vers VII, 117 est suivi de celui-ci : αὐτὰρ ἐπεὶ δείπνησε καὶ ἤραρε θυμὸν ἐδωδῇ = V, 95 et XIV, 111; v. Kirchhoff, *ouvr. cité*, p. 207) par une transition toute différente, où il s'agit non d'Ulysse, mais des autres convives, que le poète tient à congédier pour laisser Ulysse seul avec Arété et Alcinoos : « Une fois qu'ils eurent fait suffisamment de libations » (aux deux sens du mot : σπεῖσάν τ' ἔπιόν τε). On est d'autant plus surpris que pour eux c'est déjà fait depuis le vers 184 = 228. (Ce vers se retrouve d'ailleurs XVIII, 427.) Le vers suivant, par lequel il les envoie se coucher, est également un vers-formule qui se retrouve XIII, 17; cf. XVIII, 428.

XIV, 192; XIX, 167-171) que font ailleurs, à de semblables questions (I, 170; III, 71; XIV, 187; XIX, 105), Athéné, Télémaque ou Ulysse, sont suivies d'un récit, vrai ou faux, mais qui, en tout cas, correspond à la promesse faite. Ici, Ulysse laisse en l'air la question posée ; pas un mot des cinquante-quatre vers du récit qui suit n'y fait la plus légère allusion. Arété en avait posé deux autres à la suite[1] : Ulysse répond uniquement à ces dernières, alors qu'elle avait montré, par la façon de poser la première, l'importance toute particulière qu'elle y attachait. Cependant, ni elle ni son mari n'insistent. Comme il s'agissait de Nausicaa dans les huit derniers vers du récit d'Ulysse (VII, 290-297), c'est d'elle seule que parle Alcinoos dans sa réplique, et à quel propos? pour l'offrir en mariage à l'inconnu (311-316)! Quel père imprudent! C'est pourtant le cas ou jamais de chercher à savoir à qui il a affaire. Or il se contente, pour tout renseignement sur son futur gendre, de savoir qu'il a vécu sept ans avec Kalypso (256 et 261)! D'ailleurs Ulysse, à qui il serait facile de répondre qu'il est marié, ne fait pas plus attention à la proposition d'Alcinoos qu'à la question d'Arété[2]. Néanmoins tous deux se tiennent apparemment pour satisfaits ; car ils montent se coucher sans en demander davantage (335-347). Quel tissu d'invraisemblances !

Mais nous ne sommes pas au bout, et voici qui aggrave encore ces invraisemblances. Dans l'antiquité, le nom de l'individu, suivi le plus souvent de son nom patronymique, est lié étroitement au nom de son pays d'origine, ville, île, région ou peuple. Dans l'*Odyssée*, par

---

[1] L'une est relative aux habits qu'il porte, l'autre au voyage qui l'a amené en Phéacie Ulysse répond à ces deux questions dans l'ordre inverse : 241-289 correspond à 239; 290-296 à 238 (2e hémistiche).

[2] Il est surprenant qu'un peu plus haut, à la fin de sa première réponse à Alcinoos, où il dit tout ce qu'il souhaite revoir dans sa patrie, il parle, entre autres, de ses servantes, mais ne fasse pas la plus légère allusion à sa femme, pas plus qu'à son fils (225). Or ce vers paraît provenir de XIX, 526, où il est tout naturel que Pénélope ne soit pas mentionnée, puisqu'il est dans la bouche de Pénélope elle-même (cf. *Iliade*, XIX, 333, où ce même vers est dans la bouche d'Achille). On dirait que le poète tenait à préparer cette invraisemblable proposition d'Alcinoos. Seulement ce n'était pas la peine de préparer ainsi les questions pour les laisser ensuite sans réponse. Cf. Kirchhoff, p. 209, et Ameis-Hentze, *Anhang*, p. 16 et suiv.

exemple, la question τίς εἷς ἀνδρῶν ; est généralement suivie de celle-ci : πόθι τοι πόλις ἠδὲ τοκῆες ; (I, 170 ; X, 325 ; XIV, 187 ; XV, 264 ; XIX, 105 ; XXIV, 298). Un homme qui veut se faire connaître complètement ne manque pas de donner cette double ou cette triple indication (I, 180-181 ; XIV, 199 et 204 ; XIX, 172 et 180 ; XXIV, 304-306 ; cf. III, 81 et 84). Ainsi fait, en particulier, Ulysse au début de son grand récit : « Je suis, dit-il, Ulysse, fils de Laërte,.. et je demeure à Ithaque. » (IX, 19 et 21)[1]. Mais on a vu qu'Ulysse ne fait ce récit que le lendemain de son arrivée : il en résulte que pendant vingt-quatre heures il laisse ignorer sa patrie comme son nom. Or ce n'est plus ici au nom des traditions de la politesse antique que nous avons le droit d'être surpris de cette discrétion, c'est parce que nous ne comprenons plus ; il ne s'agit plus de convenances, mais de simple bon sens. En admettant qu'Ulysse tienne, pour un motif quelconque, à taire, au moins provisoirement, son nom, il n'est pas admissible qu'il cache d'abord le nom de son île natale : Ithaque est, au contraire, le premier mot qui devrait sortir de sa bouche. Une fois qu'il y sera rentré, il pourra avoir intérêt à se dire Crétois (XIII, 256 et suiv. ; XIV, 199 et suiv. ; XIX, 172 et suiv.) : tant qu'il n'y est pas, un tel mensonge serait évidemment absurde : mais le simple silence sur ce point ne l'est guère moins. Il a précisément intérêt à faire connaître ce que plus tard il aura intérêt à cacher. Quand on a l'idée fixe d'être rapatrié, c'est bien le moins qu'on dise, et qu'on dise tout de suite, quelle est sa patrie : Ulysse a assurément l'intelligence nécessaire pour faire cette réflexion profonde. Vouloir laisser planer, même un instant, le mystère sur ce sujet serait digne du Normand légendaire qui, prenant une voiture à Paris, refuse, d'un air finaud, de dire au cocher où il veut aller, alléguant que cela ne regarde que lui ; et une telle comparaison serait sans doute injurieuse pour l'homme le moins naïf de la littérature grecque. Pourtant, pendant

---

[1] Cf. *Iliade*, III, 199 :

> Οὗτος δ' αὖ Λαερτιάδης, πολύμητις Ὀδυσσεύς,
> ὃς τράφη ἐν δήμῳ Ἰθάκης.....

et Virgile, *Énéide*, III, 613 :

> Sum *patria* ex Ithaca,..................
> *nomine* Achaemenides,....... *genitore* Adamasto.

vingt-quatre heures, où il est constamment question de retour au pays (VII, 151, 193-194, 223 et suiv., 227, 319 et suiv., 333; VIII, 31, 102, 150, 156, 242, 252, 410, 461, 466), on n'oublie qu'une chose, c'est de dire où est situé ce fameux pays dont on parle tant.

A la vérité, Alcinoos et Arété essaient bien, dès le premier soir, de faire dire à Ulysse le nom de sa patrie en même temps que son propre nom; mais sur ce point comme sur l'autre il reste impénétrable. Pendant qu'Ulysse mange, Alcinoos, on s'en souvient, propose à ceux qui l'entourent de s'occuper du retour dès le lendemain matin, « afin, dit-il, que l'étranger ait la joie de rentrer dans sa patrie sans retard », et il ajoute : « même si elle est très éloignée » (VII, 194). Voilà encore une insinuation destinée à faire parler Ulysse. Nous connaissons maintenant le procédé, car c'est dans ce même discours qu'Alcinoos essaie, par une exagération du même genre, de lui faire dire qui il est (199-203). Si Ulysse comprend l'intention, il répondra que cette patrie s'appelle Ithaque, et les Phéaciens sauront qu'il suffira d'une nuit pour être rendu à destination. Mais Ulysse ajourne sa réponse, en s'excusant comme on sait. Quelques instants après, l'excuse ayant disparu, c'est Arété qui se charge de renouveler la question, et en même temps qu'elle lui demande : « Qui êtes-vous ? » elle lui demande : « D'où êtes-vous ? » τίς πόθεν εἰς ἀνδρῶν[1]; Les deux questions n'en font qu'une, et ce sont là les deux choses qu'elle tient à savoir avant tout (237). Cette intervention d'Arété est toute naturelle, puisque c'est à elle qu'Ulysse, en entrant, avait adressé sa demande de rapatriement (146 et suiv.); et sa question πόθεν ne l'est pas moins, puisqu'elle l'invite à préciser cette demande un peu vague. Mais Ulysse, quoiqu'il ait promis de satisfaire la curiosité d'Arété, ne répond pas plus à πόθεν qu'à τίς. Il raconte d'où il vient, ce qu'on pouvait ignorer sans inconvénient, mais il se garde bien de dire où il va, détail qu'il est indispensable de connaître !

Ne soyons pourtant pas plus exigeants qu'Arété et Alcinoos, qui

[1] Il est surprenant que, par une exception unique, cet hémistiche ne soit pas suivi ici, comme dans les six exemples cités p. 466, de l'hémistiche πόθι τοι πόλις ἠδὲ τοκῆες; qui aurait complété naturellement πόθεν en le précisant. La question relative aux vêtements d'Ulysse (cf. p. 465, n. 1), qui remplace ce dernier hémistiche, se trouve ainsi séparer, d'une façon étrange, deux questions qui vont volontiers ensemble. Cf. plus loin, p. 475, n. 1.

vont se coucher sans insister[1], et admettons que le premier soir, où la question du retour n'est agitée qu'en principe, on puisse se passer de ce renseignement. Mais le lendemain, où elle doit être réglée matériellement, c'est alors que l'invraisemblance devient criante. Et ce qui est singulier (à moins que ce ne soit, au contraire, très significatif), c'est qu'Alcinoos la souligne lourdement. « Un étranger, dit-il en substance aux Phéaciens convoqués à cet effet, est arrivé chez moi ; j'ignore son nom, sa naissance ; je ne sais pas si c'est un homme du levant ou du couchant (on pourrait lui dire qu'il le saurait, s'il avait tenu sérieusement à le savoir) : ce que je sais, c'est qu'il voudrait bien être rapatrié. Accordons-lui donc ce qu'il demande, et faisons à l'instant les préparatifs nécessaires. » (VIII. 26-36). Un commentateur[2] s'extasie, à ce propos, sur la discrétion qu'Alcinoos met dans sa générosité. Sans parti pris, on serait plutôt tenté de voir tout autre chose que de la discrétion dans un langage qui revient à dire : « Je ne sais pas où il faut le conduire, mais conduisons-le tout de même. » Notons qu'Ulysse assiste à la séance et ne bronche pas ! Les Phéaciens se montrent aussi « discrets » que leur roi. On choisit un bon bateau avec cinquante-deux rameurs, on le met à l'eau, on l'arme et on le conduit à la rame hors du goulet, prêt à mettre à la voile et à prendre la mer le soir (48-55). La journée se passe, le soir vient (417), le moment fixé pour le départ approche, sans que personne se soit encore avisé de demander où on va. On ignore si la traversée sera longue, s'il ne faudra pas aller encore plus loin que l'Eubée, qui représente pour les Phéaciens la limite du monde connu à l'est (VII, 321 et suiv.). Il nous semble, à nous autres terriens, qu'il est bon de savoir ces choses-là d'avance, afin de faire les préparatifs en conséquence : mais apparemment ce sont là, pour ces marins, des détails sans importance. Il suffira sans doute qu'en s'embarquant Ulysse jette négligemment aux rameurs le nom d'Ithaque, comme font les touristes qui commandent le Pont des Soupirs aux gondoliers de Venise ou les Eaux douces d'Europe aux *kaïkdjis* de l'échelle de Galata.

---

[1] Il faut dire, pour être exact, qu'avant de monter, Alcinoos renouvelle son insinuation (VII, 321-326), et même en la soulignant lourdement, mais sans plus de succès que la première fois. Il se charge de le conduire au bout du monde, aller et retour, en un jour ! C'est une tarasconnade qu'Ulysse paraît accueillir avec un certain scepticisme.

[2] *Odyssée*, éd. Brach (Belin). VIII, 28, note.

Mais rassurons-nous : Alcinoos et son hôte, qui sont encore à table, ne se lèveront pas avant que soit éclairci le mystère, ou plutôt le double mystère. Quoi donc! le bon, le patient Alcinoos aurait-il fini par se lasser de voir Ulysse laisser obstinément sans réponse ses questions et les insinuations de sa femme? Pas tout à fait : car, si ses questions amènent enfin les révélations tant attendues, il a fallu qu'elles fussent provoquées elles-mêmes par l'attitude de l'étranger. Celui-ci, depuis que l'aède Démodokos a, sur sa prière expresse (VIII, 492 et suiv.), entamé l'histoire du cheval de bois, ne cesse de pleurer comme une femme (521-531) : et il en avait déjà fait autant le matin, pendant que l'aède chantait un autre épisode du siège d'Ilion (83-92). Alcinoos, qui est son voisin à table (532-534 ; cf. 93-95), finit par être intrigué, et, non sans précautions oratoires, il se décide à lui demander comment il s'appelle, s'avisant tout à coup qu'il doit avoir un nom. « Car, ajoute-t-il sentencieusement, à quelque famille qu'on appartienne, on en reçoit toujours un au moment de sa naissance » (552-554). Et par la même occasion, il lui demande quelle est sa patrie, éclairé subitement (mieux vaut tard que jamais) par cette idée lumineuse qu'il n'est pas inutile de savoir où elle est située pour l'y reconduire (555-556)! Décidément cet Alcinoos est le bon sens même[1].

Mais deux paroles sensées, trop sensées même, au point d'en devenir suspectes, ne suffisent pas à racheter toutes les invraisemblances relevées jusqu'ici. Que penser de ces dernières, et comment échapper aux difficultés qu'elles entraînent? Quand on rencontre le miracle

---

[1] Malheureusement cela ne dure pas : car, aussitôt après, il ajoute une absurdité, et une absurdité qui est directement en contradiction avec la réflexion judicieuse qu'il vient d'émettre en dernier lieu *Les vaisseaux* des Phéaciens qui doivent reconduire Ulysse (556) (remarquons ce pluriel inexplicable : un seul vaisseau a été désigné, VIII, 34, et un seul partira effectivement, XIII, 70-164) sont, paraît-il, tellement intelligents qu'ils n'ont pas besoin de gouvernail comme ceux des autres hommes ; ils se conduisent tout seuls (que ne marchent-ils aussi tout seuls, au lieu d'avoir besoin de cinquante-deux rameurs ?) (557-563). Il fallait le dire plus tôt! Voilà donc pourquoi les hommes ne s'informaient pas du but du voyage : c'était l'affaire du vaisseau ! Il est vrai qu'alors nous ne comprenons plus pourquoi Alcinoos finit par s'en informer, au moment même où il nous révèle cette propriété merveilleuse de sa flotte perfectionnée. Le raisonnement : « Dis-*moi* quel est ton pays, afin que *nos vaisseaux intelligents* t'y conduisent » (555-556) ne paraît pas sensé. Sur ce passage du discours d'Alcinoos, cf. V. Bérard, *Les Phéniciens et l'Odyssée*, I, p. 188-190

dans un récit à prétentions historiques, on part de ce principe qu'il a été ajouté à la réalité mal observée ou infidèlement reproduite : aussi l'historien l'écarte délibérément et essaie de retrouver la réalité cachée par derrière. De même, dans ces poèmes narratifs, on peut, je crois, être assuré d'avance que certaines invraisemblances ne sont pas primitives et ont été introduites postérieurement pour des motifs particuliers. En présence de celles que nous venons de relever, nous sommes conduits à concevoir un état antérieur du texte où Ulysse, dès le premier soir, répondait sans façons, sans réticences, aux insinuations d'Alcinoos et aux questions d'Arété, et disait, sinon exactement [1], du moins en substance, ce qu'en l'état actuel du texte il dit vingt-quatre heures plus tard, en tête de son grand récit : « Je suis Ulysse, fils de Laërte, domicilié à Ithaque » (IX, 19 et 21). L'idée ne lui venait pas de dissimuler d'abord ce que de toute façon il devait révéler le lendemain [2]. Si quelqu'un avait intérêt à cacher d'abord ces choses-là, ce n'est pas Ulysse (nous verrons au contraire qu'il y perd), c'est plutôt un aède postérieur. C'est lui qui, épiant le moment où Ulysse allait répondre aux questions posées, est venu, en quelque sorte, lui mettre la main sur la bouche, ou plutôt détourner la conversation, veillant à ce qu'il ne fît, avant le lendemain soir, aucune allusion à son propre nom ni à celui de sa patrie. Mais quel intérêt pouvait-il bien avoir à l'empêcher de se faire connaître dès son arrivée? Est-ce là d'ailleurs tout ce qu'il l'a empêché de dire? C'est ce que nous apprendrons peut-être en continuant notre examen du texte.

Il reste à étudier l'accueil fait à Ulysse le lendemain et le surlendemain de son arrivée : cette étude va nous révéler une nouvelle série d'invraisemblances, qui résultent des précédentes. Car, si la con-

---

[1] C'est ainsi que les commentaires dont il accompagne la révélation de son nom, sur ses ruses et la célébrité qu'elles lui ont value dans le monde (IX, 19-20), sont étroitement liés à l'épisode du cheval de bois, qui figure au chant précédent.

[2] Remarquons d'ailleurs que, quelques heures auparavant, il n'a eu rien de plus pressé que de laisser entendre à Nausicaa qu'il n'est pas le premier venu, en lui racontant qu'il a autrefois traversé la mer Égée à la tête d'une nombreuse armée (VI, 164). S'il a déjà fait de telles confidences à cette jeune fille pour qu'elle lui indique le chemin d'une ville hospitalière, il est naturel qu'il en fasse de plus complètes encore aux parents de celle-ci pour qu'ils le mettent sur le chemin de sa patrie.

duite d'Ulysse est étrange, celle des Phéaciens ne l'est pas moins. Abstraction faite de la première soirée, Ulysse passe avec eux deux journées, entre lesquelles se placent son grand récit et, par suite, ses révélations sur son nom et sa patrie. Pendant l'une, il est encore inconnu; pendant l'autre, on sait désormais à qui on a affaire. Or le chant VIII tout entier, soit près de six cents vers, est consacré à la première, alors que le début du chant XIII (soixante-deux vers exactement) suffit à la seconde, y compris la fin de la soirée précédente, une fois le récit achevé. Ce simple rapprochement de chiffres est déja significatif. Mais si nous voulons être vraiment édifiés, ce sont les contenus des deux morceaux qu'il faut rapprocher. Les Phéaciens, qui n'ont pas besoin pour reconduire Ulysse de savoir où il va, n'ont pas besoin non plus, pour le fêter, de savoir qui il est ni ce qu'il a fait : présents, banquets, réjouissances variées, on ne fait grâce de rien à cet inconnu que la mer a jeté nu à la côte; un souverain étranger en visite officielle, qui arrive escorté d'une puissante escadre, n'est guère mieux traité de nos jours[1]. Voilà qui est déjà un peu surprenant : voici qui l'est encore davantage. Une fois qu'on sait que c'est en effet un personnage extraordinaire, après qu'il a dit, non seulement son nom, mais encore ses aventures merveilleuses, il semble que l'enthousiasme est tombé presque à plat, ou du moins fortement refroidi. Le contraste mérite d'être étudié avec quelque détail, au moins sur deux points, la question des cadeaux et celle des banquets.

Quoique les Phéaciens habitent à l'écart des autres hommes (VI, 204-205), le passage d'un étranger chez eux n'est pas chose rare. Alcinoos laisse entendre assez clairement que le cas se présente fréquemment (VIII, 31-33). On a même cru pouvoir conclure de ses paroles qu'ils font métier de transborder les gens et les marchandises qui vont d'orient en occident et inversement [2]. Alors, quand le héraut les convoque à l'occasion de l'arrivée d'un étranger, pourquoi toute la population se précipite-t-elle sur l'agora, comme si il s'agissait d'une affaire d'État (16)? L'ordre du jour n'annonce rien que de très ordinaire. D'autre part, Alcinoos a soin de leur dire qu'il ne connaît

---

[1] Il y a même quelque chose qui correspond à l'inévitable représentation de gala à l'Opéra avec ballet.

[2] V. Bérard, *Les Phéniciens et l'Odyssée*, I, p. 559.

pas l'étranger, qu'il n'y a d'ailleurs aucune raison de lui refuser le passage, puisqu'on l'a accordé à tous ceux qui l'ont demandé jusqu'ici. Néanmoins, on va le traiter d'une façon évidemment exceptionnelle : Alcinoos lui-même annonce des présents et un banquet en son honneur (38-42). L'idée seule, indépendamment de la façon dont elle sera réalisée, est déjà surprenante. Les Phéaciens ont pour les étrangers une défiance qui peut aller jusqu'à la malveillance [1]. Athéné a recommandé à Ulysse de ne regarder personne en face et de n'adresser la parole à personne avant d'entrer chez Alcinoos. « Car les gens d'ici ne supportent pas les étrangers et ne font pas bon accueil à ceux qui viennent du dehors » (VII, 32-33). Nausicaa n'a pas osé l'accompager jusque-là, parce qu'il aurait fallu traverser la place publique : or les gens du pays n'auraient pas manqué de trouver mauvais qu'elle les dédaignât pour un aventurier débarqué on ne sait d'où (VI, 273-285). Ce sont pourtant ces gens qui font à cet étranger, à cet inconnu, l'accueil qu'on va voir.

Les réjouissances comprennent, entre autres, une fête de gymnastique, à laquelle Ulysse assiste d'abord en simple spectateur. Mais, invité, forcé presque à prendre part aux exercices, il cède et remporte le prix au concours de disque. Alors Alcinoos, pour réparer l'échec de ses compatriotes et les faire briller aux yeux de l'étranger (VIII, 250-253), fait organiser un bal avec intermède musical : et, en effet, Ulysse, émerveillé, déclare que les Phéaciens sont des danseurs incomparables (383-384). Il n'en faut pas davantage pour conquérir les Phéaciens, qui trouvent que l'étranger est décidément plein d'esprit (388), et, sur la proposition d'Alcinoos, les douze conseillers lui offrent chacun un costume complet, vêtement de dessous et de dessus, et un talent d'or (389-395) [2]. Que sera-ce tout à l'heure, quand ils sauront quel est cet étranger, qui, après tout, aurait pu n'être qu'un vulgaire aventurier ? C'est un roi illustre, qui a fait la grande guerre ; c'est l'organisateur de ce coup hardi, déjà popularisé

---

[1] Ce fait n'est pas en contradiction avec cet autre qu'ils vivent de leur clientèle ; v. V. Bérard, *ouvr. cité*, I, p. 560.

[2] Sans compter une épée d'honneur, à lame d'or, fourreau d'argent et poignée d'ivoire, offerte en particulier à Ulysse, à titre d'excuses, par un des Phéaciens, qui l'avait froissé (396-397 et 400-416).

chez eux par la littérature, qui a entraîné la chute d'Ilion ; de plus, titre exceptionnel à l'admiration d'un peuple de navigateurs, c'est un marin intrépide qui a couru toutes les mers, qui a vu des pays mystérieux, qui a eu toutes sortes d'aventures terribles ou merveilleuses. Des gens déjà si généreux envers un inconnu ne pourront faire moins que de se ruiner pour ce héros. Mais non : il faut croire que c'est déjà fait et qu'ils ont été épuisés par leurs premiers excès. Ulysse vient de les tenir sous le charme pendant des heures entières, au point qu'ils en oubliaient d'aller se coucher (XI, 373-376), et Alcinoos, se faisant l'interprète de l'enthousiasme général, naturellement muet (XIII, 1 : πάντες ἀκὴν ἐγένοντο σιωπῇ), leur propose...... d'ajouter le lendemain matin un petit supplément aux cadeaux apportés tout à l'heure, à savoir chacun un trépied et une marmite ! Mais il n'est plus question du moindre talent d'or ni même d'argent. Encore spécifie-t-il qu'ils se feront rembourser par le peuple les dépenses entraînées par cette offrande supplémentaire. « Car il serait dur, dit-il (notons qu'Ulysse est présent), de supporter seuls les frais de ces générosités » (10-15). Vraiment ce n'était pas la peine de faire d'abord les grands seigneurs pour montrer ensuite une pareille mesquinerie. Avec ces gens-là, il y a plus de profit à savoir lancer un disque et applaudir un ballet bien réglé qu'à avoir pris Ilion après dix ans de siège et couru les mers en tous sens pendant dix autres années [1].

Les repas donnés en l'honneur d'Ulysse subissent une progression décroissante toute pareille. Avant le récit, il y en a deux, séparés par les réjouissances de l'après-midi. Pour ce double banquet, Alcinoos fait abattre une douzaine de moutons, huit porcs et une paire de bœufs (VIII, 59-60) : de vraies noces de Gamache ! (en grec, δαὶς ἐρατεινή, 61). Le lendemain, il n'y a plus qu'un seul repas, donc aucune réjouissance, et, pour ce seul repas, un seul bœuf (XIII, 24) [2]. C'est maigre, après les bombances de la veille ; cela sent les lendemains de

[1] Ajoutons, pour compléter le parallèle, que cette question des cadeaux occupe ici trois vers (13-15), alors qu'au chant VIII elle en remplissait plus de cinquante (385-448) !

[2] Quoique ce repas soit suivi d'un concert avec l'inévitable Démodokos, tout tient en cinq vers et demi (24-28), alors que la veille, le banquet, dédoublé, avait rempli une bonne partie du chant VIII, exactement cent vers de plus : cf. p. 457-458.

fêtes, pendant lesquels on vit sur les restes. Décidément il est temps qu'Ulysse parte : on éprouve une impression générale de lassitude. Les convives sont-ils fatigués des deux festins du jour précédent, suivis d'une nuit fortement écourtée? Est-ce le poète qui manque d'entrain pour raconter cette journée supplémentaire non prévue au programme, et qui transmet cette impression à ses personnages ainsi qu'à ses lecteurs? En tout cas, ce qu'il trouve de plus long à en dire, c'est précisément qu'elle paraît longue à Ulysse. Celui-ci, pendant le repas d'adieux, ne va pas jusqu'à bâiller au nez d'Alcinoos ; mais du moins il regarde l'heure à chaque instant, comme un homme qui accomplit une rude corvée et qui voudrait bien avoir fini, et il pousse un soupir de satisfaction en voyant arriver, avec le coucher du soleil, le moment des toasts et de l'embarquement pour Ithaque (28-35). Métaphoriquement du moins, sinon à la lettre, l'histoire d'Ulysse en Phéacie, si bien commencée, s'achève en un bâillement.

Qui prétendra, sans parti pris, que cette progression décroissante soit chose toute naturelle? A tout le moins, il faudrait y reconnaître l'insigne maladresse d'un poète absolument incapable de ménager ses moyens et pareil à ces marcheurs inexpérimentés qui dépensent toutes leurs forces au départ et arrivent épuisés au point où il faut commencer à donner un effort sérieux, ou encore à l'avocat des *Plaideurs*, qui

> ... dit fort posément ce dont on n'a que faire,
> et court le grand galop quand il est à son fait.

Mais il y a sans doute une meilleure explication. Ce n'est pas la première fois que nous nous trouvons en présence d'invraisemblances : celles-ci sont seulement un peu plus fortes que les précédentes. Elles doivent être moins encore que ces dernières imputées au narrateur primitif. Ce qui a été dit plus haut à propos du nom et de la patrie d'Ulysse peut se répéter pour ses aventures. Déjà par lui-même, indépendamment de tout contraste avec la suite, l'accueil peu ordinaire fait d'abord à Ulysse nous invite à concevoir un état antérieur du texte où, le soir même de son arrivée, étaient connus, non seulement son nom et sa patrie, mais encore l'ensemble de ses aventures. Si la courte déclaration : « Je suis Ulysse, fils de Laërte, domicilié à Ithaque », qui sert de préface au grand récit, demande à être avancée de vingt-quatre heures, on peut en dire autant de ce récit lui-même.

Dès lors, non seulement l'enthousiasme de la première journée devient tout naturel, mais surtout il ne présente plus ce contraste incompréhensible avec la froideur du lendemain, par la bonne raison que cette journée n'a plus de lendemain : Ulysse ayant dit dès la veille tout ce qu'il avait à dire, rien ne l'empêche de partir le soir même, ou, plus exactement, rien ne justifie un plus long séjour.

Les chants VIII et XIII ont été seuls invoqués en faveur de l'hypothèse d'un récit unique : en d'autres termes, les événements des deux journées qui suivent l'arrivée d'Ulysse suffisent à la suggérer. Mais dès le soir de l'arrivée, c'est-à-dire dès le chant VII, on est déjà invité à la faire. Au moment où Ulysse fait son premier récit, qui comprend seulement l'aventure chez Kalypso et l'abordage en Phéacie, on attend en réalité le second, c'est-à-dire toutes les aventures. Ulysse a promis lui-même, et à deux reprises, un récit complet, en même temps qu'il promettait de dire son nom et sa patrie. Lorsqu'Alcinoos a insinué qu'il pourrait bien être un dieu, on sait avec quelle vivacité il s'en est défendu, protestant, sans même attendre la fin de son repas, qu'il a eu autant de malheurs qu'aucun mortel au monde n'en a jamais eu (VII, 213-214). Par là, il s'est engagé, non seulement à dire qui il est, mais encore à raconter ces malheurs. C'est bien ainsi que l'a entendu Arété. La curiosité de celle-ci, déjà mise en éveil par les premiers mots qu'il lui avait adressés personnellement en entrant : δηθὰ φίλων ἄπο πήματα πάσχω (152), n'a pu manquer d'être excitée de nouveau par cette affirmation vague et générale : ὅσσα ξύμπαντα μόγησα, en particulier, était plein de promesses. Aussi à peine était-il rassasié qu'elle l'invitait à préciser : « Comment êtes-vous donc venu jusqu'ici? » (239) [1]. Par là, elle lui demandait de raconter toutes ses aventures. Et, à son tour, c'est bien ainsi qu'Ulysse a entendu la question ; car c'est en ce sens qu'il promet d'y répondre, et les réserves dont il accompagne sa promesse annoncent

---

[1] Exactement : οὐ δὴ φῄς ἐπὶ πόντον ἀλώμενος ἐνθάδ' ἱκέσθαι : La négation n'est pas très satisfaisante. Nous aimerions mieux πῇ δὴ φῄς ou (Ameis-Hentze, *Anhang* p. 17) πῶς δὴ φῄς ou ἦ δὴ φῄς; De toute façon, cette question n'a aucun rapport avec la question immédiatement précédente : « Qui vous a donné ces habits ? » Au contraire, on comprendrait qu'elle fît suite à la première : « Qui êtes-vous, et d'où êtes-vous ? » Si, en effet, celle-ci équivaut à « Où voulez-vous aller ? », celle-là équivaut à « D'où venez-vous ? ». Cf p. 467 et n 1

précisément un récit complet. « Reine, il m'est pénible de vous faire un récit continu de mes malheurs, *car les dieux m'en ont envoyé beaucoup :* je vais néanmoins répondre à ce que vous me demandez. » (241-243). C'est là évidemment la préface d'une narration d'ensemble, destinée à justifier πολλά : il ne dit nullement qu'il va faire un choix dans la masse ; l'opposition τοῦτο δέ τοι ἐρέω signifie plutôt le contraire [1]. Aussi est-on singulièrement déçu par la suite. Malgré sa promesse, non seulement il ne répond pas, comme on l'a vu, aux deux premières questions d'Arété, τίς πόθεν, mais encore il répond à peine à la dernière, puisqu'il se borne à raconter ses aventures finales ; et cette réponse incomplète est aussi inadmissible que l'était son silence absolu sur les deux premiers points. On comprendrait, à la rigueur, qu'il se bornât à raconter sa dernière étape ; mais puisqu'il remonte au delà, il doit remonter jusqu'au point de départ ; autrement il ne fait qu'exciter la curiosité d'Arété, qu'il a promis de satisfaire. Puisqu'il raconte, non seulement qu'il quitta Kalypso, mais aussi qu'il arriva dans son île, on est en droit de renouveler la question et de lui demander : « D'où veniez-vous alors ? » et ainsi de suite de proche en proche jusqu'au départ d'Ilion. Pourquoi seulement l'abordage en Ogygie avant l'abordage en Phéacie ? pourquoi seulement le contenu des sept dernières années, et non celui des trois précédentes ? Avant la dernière étape, il y a autre chose que l'avant-dernière, et cette autre chose devait figurer dans le récit du premier soir.

Une seule soirée, un seul récit, telle est la conclusion qui s'impose. Indépendamment du contraste étrange, pour ne pas dire absurde, présenté par les deux journées qui suivent les deux récits actuels, l'idée seule de faire la narration en deux fois a quelque chose d'artificiel et de choquant. Il est déjà peu naturel qu'un poète s'amuse à provoquer chez ses auditeurs les questions que nous venons de poser et se tire d'affaire en disant : « La suite à demain », comme font aujourd'hui ces romanciers qui débitent en tranches quotidiennes, au bas des journaux, leurs histoires horrifiques, pour permettre à leurs lecteurs de souffler, ou plutôt pour les faire haleter d'impatience. Et

---

[1] Ces trois vers, en effet, sont en rapport étroit avec le préambule du grand récit (IX, 12-15). Or là, tout en faisant des façons comme ici, il se propose évidemment d'être complet. Cf. plus loin, p. 481, n. 2.

cela est d'autant moins naturel qu'ici la « suite » remise au lendemain, c'est, à proprement parler, le commencement, puisque les aventures du lendemain sont censées être antérieures à celles de la veille, et que les vaches du Soleil, qui terminent le second récit, précèdent chronologiquement Kalypso, qui est en tête du premier. Ulysse, le second soir, aura soin de couper brusquement sa narration à la tempête qui le jette chez Kalypso, c'est-à-dire exactement au point où elle se raccorde avec celle de la veille, en disant à ses hôtes : « Ici je m'arrête ; car vous connaissez la suite depuis hier, et je n'aime pas à dire deux fois la même chose. » (XII, 450-453) [1]. Traduisez : « Voir la suite ci-dessus, chant VII, vers 244-277. » Cela sent d'une lieue l'écrivain qui s'adresse à des lecteurs. Ainsi, non seulement les aventures racontées personnellement par Ulysse (VII et IX-XII) sont en retard sur celles qui sont racontées par le poète (V-VII), mais Ulysse lui-même raconte les dernières avant les premières. C'est vraiment pousser un peu loin l'amour du rétrospectif que de l'élever ainsi à la deuxième puissance ! Commencer par les derniers chapitres et atteler la charrue devant les bœufs, voilà qui n'est guère conforme aux habitudes de l'esprit grec, qui suit instinctivement l'ordre chronologique jusque dans la construction des phrases. Décidément, ces complications ne doivent pas être primitives : les deux récits et, par suite, les deux journées trahissent, de toutes les façons, un remaniement postérieur.

Certes, il ne saurait être question de reconstituer en détail le texte tel qu'il était avant d'être remanié, c'est-à-dire lorsqu'Ulysse ne faisait qu'un récit et partait au bout de vingt-quatre heures [2]. Du moins, ce qu'on peut essayer de se représenter, c'est, d'une part, le motif qui

---

[1] Remarquons en passant combien ce renvoi au récit de la veille est choquant pour les autres invités d'Alcinoos, qui n'ont pas eu connaissance de ce recit. On se rappelle, en effet, qu'ils ont quitté la salle précisément au moment où Ulysse venait de laisser entendre qu'il allait parler, ce qui était déjà bien peu naturel Cf. p. 464, n. 1, et plus loin, p. 478.

[2] Il y a du moins une chose qu'on voit tout de suite, c'est que les absurdites qui émaillent la fin des chants VII et VIII (cf. p. 465 et 469), et que divers critiques ont suspectées separement, tombent en bloc.

a dû dicter ce remaniement, d'autre part, le procédé général employé par le remanieur.

Le chant VIII (accueil fait à Ulysse le lendemain de son arrivée), placé entre les deux récits actuels, paraît être le développement de ce qui suivait primitivement le récit unique. Ce développement était destiné à introduire l'ensemble des aventures, et c'est pour qu'il pût jouer ce rôle que le récit a été reculé de vingt-quatre heures, tandis qu'on lui substituait, pour boucher le vide ainsi produit, un récit secondaire, fait, au moins en partie, avec du remplissage. Nous avons vu comme, autrefois, Ulysse devait être amené tout naturellement à dire son nom, sa patrie et son histoire ; plus exactement, il n'y était pas amené, la chose se faisait d'elle-même. L'arrangeur a trouvé cela trop simple ; il a voulu que cette vaste narration eût une introduction à effet. C'était la révélation du nom et de l'histoire d'Ulysse qui entraînait l'hospitalité généreuse, les cadeaux et le repas : c'est le repas qui amènera les révélations, par l'intermédiaire de l'épisode du cheval de bois. Le récit était l'occasion des réjouissances : ce sont les réjouissances qui vont être l'occasion du récit. Il va passer après tout ce qui le suivait ; tout ce qui était après va se trouver avant. Dès lors la règle à suivre va être celle-ci : tenir caché, jusqu'au moment voulu, tout ce qui touche au nom et à la patrie d'Ulysse [1]. Aussi, chaque fois que, dans l'intervalle, la question paraîtra se poser, la réponse sera détournée soigneusement ; elle viendra, mais elle ne viendra qu'en son temps. Que le prolongement du mystère soit vraisemblable ou non, l'essentiel est de tenir jusque-là [2]. Quand l'invraisemblance passera les bornes, on n'essaiera pas de la dissimuler, on la soulignera, au besoin, plutôt que de faire semblant de ne pas la voir [3]. On ira même plus loin : on la craindra si peu qu'à l'occasion on la créera de toutes pièces. Qu'importe, en effet, du moment que l'effet final en profite ? On ne saurait faire trop de sacrifices en vue de ce résultat. C'est ainsi qu'au milieu de la journée, pendant qu'un aède chantera un exploit d'Ulysse, dont le nom est déjà familier à ces

---

[1] Sur le passage VIII, 212-233, qui manque un peu à cette règle, v. Ameis-Hentze, *Anhang*, p. 31.

[2] Cf. p. 464, n. 1 et p. 477, n. 1 ; p. 465 ; p. 467, n. 1 et p. 475, n. 1.

[3] Cf. p. 468 et n. 1.

populations lettrées, les allures mystérieuses de l'inconnu, qui, jusqu'ici, malgré les efforts d'Alcinoos et d'Arété, avait réussi à ne rien dire de compromettant, deviendront décidément bien étranges, et Alcinoos commencera à être terriblement intrigué. Pourtant il ne dira rien, il aura l'air de ne pas voir : c'est que le moment n'est pas encore venu où on a décidé que le mystère s'éclaircirait. Qu'il patiente encore un peu : plus il aura été intrigué, et plus la révélation produira d'effet. Enfin, le soir, l'aède chantera un nouvel exploit d'Ulysse, encore plus intéressant que le précédent, conformément au principe littéraire de la gradation : c'est son exploit capital, sa ruse la plus fameuse, celle qui a mis fin à l'interminable siège, devenu déjà historique en Phéacie. Alors, pendant que les convives écouteront de toutes leurs oreilles, l'inconnu fera cette déclaration « sensationnelle » : « Le héros dont on vient de vous dire les exploits n'est autre que celui qui est assis au milieu de vous ! Ce fameux Ulysse, dont la ruse est proverbiale et dont la renommée est venue jusqu'ici, c'est moi ! » Tableau ! mouvement dans l'auditoire ! Le voilà, l'« effet » cherché. On sent assez ce qu'il a d'invraisemblable et d'artificiel, de romanesque et de théâtral, ajoutons même d'un peu pédant. Voyez-vous ces marins lettrés, ces commerçants cultivés, à qui les poèmes cycliques sont familiers [1] ! Et c'est pour obtenir cet effet que tout a été combiné. De là vient, en particulier, l'importance extraordinaire attribuée, d'un bout à l'autre du chant VIII, à l'aède Démodokos. Non seulement l'épisode final du dîner est visiblement préparé par l'épisode parallèle du déjeuner, celui-ci servant à faire pressentir et attendre celui-là, mais, dès le matin, on sent la préoccupation d'attirer l'attention sur le personnage. On escompte sa présence au nombre des attractions de la journée (43-45). Alcinoos lui envoie une invitation spéciale à la fête donnée en l'honneur d'Ulysse (43 et 62). Dans la séance de l'après-midi, quand le concert et le bal succèdent au concours de

---

[1] On reconnaît volontiers que l'épisode des amours d'Arès et d'Aphrodite, satire légère et moqueuse, n'a pas la naïveté nécessaire pour pouvoir être considéré comme primitif (v., par exemple, A. et M. Croiset, *Histoire de la Littérature grecque*, I, p. 273 ; Ameis-Hentze, *Anhang*, p. 35). On peut en dire autant des deux épisodes relatifs à la guerre de Troie, à cause de leur caractère « littéraire ». Cf. aussi l'épisode des jeux (VIII, 403 et suiv.) avec *Iliade*, XXIII (v. Ameis-Hentze, *Anhang*, p. 42).

gymnastique, il joue le premier rôle ; un homme remonte au palais lui chercher sa lyre, qui était restée accrochée dans la salle à manger (254-255 et 261-262 ; cf. 62-69 et 105-108). Il n'est pas moins en vedette dans les deux repas. On dirait vraiment qu'ils sont donnés à son intention[1] ; à lui la place d'honneur, à lui les morceaux de choix ; c'est Ulysse lui-même qui se charge de les lui faire passer (69-70 ; 471-483). Il est visible que le poète a l'œil sur lui et ne le perd pas de vue un instant. C'est qu'il lui ménage un rôle important au dessert ; il le tient en réserve pour son grand coup de théâtre.

Le seul fait d'avoir reculé les révélations et le récit d'Ulysse avec le souci de les préparer comme on vient de le voir rend déjà compte d'une des bizarreries relevées plus haut : on comprend pourquoi, dans la rédaction nouvelle, les Phéaciens n'attendent pas de connaître Ulysse pour lui faire un accueil empressé. Mais ce premier déplacement en entraînait un second, qui rend compte, à son tour, d'une autre bizarrerie. Maintenant que la seconde soirée, pendant laquelle avait lieu son départ, est utilisée pour son récit, il faut remanier le programme de son séjour chez Alcinoos. Car, nécessairement, le récit s'étend sur une bonne partie de la nuit, surtout si, en se déplaçant, il s'est enrichi et développé. Puisqu'Ulysse a fait attendre vingt-quatre heures à ses hôtes la révélation de son nom et de son histoire, il devra, à son tour et par compensation, se résigner à voir retarder d'autant le moment de s'embarquer pour Ithaque : il n'a pas voulu parler hier, il ne partira que demain. Reculer son récit, c'est donc forcément reculer son départ[2], c'est-à-dire ajouter une

---

[1] Lors du déjeuner et du dîner, deux vers sont consacrés au repas proprement dit et aux autres convives (71-72 et 484-485) : tout le reste est pour lui

[2] Comme on l'a vu (p. 459), c'est au milieu même de la narration, quand décidément l'heure est trop avancée, qu'est supposée improvisée cette modification au programme précédemment arrêté. Le passage où le départ est ajourné, sur la prière d'Alcinoos et d'Arété, est visiblement une parenthèse introduite d'une façon artificielle dans le récit (M. M. Croiset, *Hist. de la Litt. grecque*, I, p. 273, exagère en disant : « Finalement Ulysse ne part que le surlendemain soir *sans que ce retard s'explique d'aucune façon.* »). De plus, Ulysse lui-même, qui a été si impatient jusque-là et qui le sera encore le lendemain jusqu'au départ, prête les mains à cet ajournement, que dis-je ? en prend l'initiative (XI, 332) avec une bonne grâce suspecte, avec un empressement invraisemblable. On sent l'intervention du remanieur, qui a voulu faire conspirer Ulysse à ses desseins et lui faire approuver ses hardiesses. Qui

journée à son séjour chez Alcinoos [1]. Avec quoi remplir cette journée supplémentaire qui va suivre le récit? A peu près comme la précédente, qui précisément le suivait déjà autrefois, avec des repas et des cadeaux, des préparatifs de départ et des adieux ; en un mot, avec les restes de l'autre accommodés tant bien que mal.

De là cette double série, composée de détails correspondants, mais d'inégale importance, qui, dès le début, faisait penser à un dédoublement. Nous avions remarqué entre les deux journées, d'une part, un parallélisme frappant, d'autre part, un contraste d'autant plus surprenant qu'il se produisait en sens inverse de l'ordre logique, la seconde journée ayant l'air d'un pâle reflet, d'un écho affaibli de la première, alors que logiquement la plus importante des deux aurait dû suivre le récit au lieu de le précéder. Tout cela devient maintenant explicable. Il n'y pas eu, à proprement parler, un dédoublement pur et simple : il y a eu, d'un côté, agrandissement et grossissement, de l'autre, réduction du texte primitif [2]. La première journée a été traitée avec soin, pour elle-même, c'est l'œuvre propre du développeur ; la seconde a été traitée par acquit de conscience, pour remplir un cadre : c'est le poète, encore plus qu'Ulysse, qui était impatient d'arriver au bout. Et pourtant, c'est dans la seconde que les détails

---

pourrait être assez grincheux pour trouver mauvais cet ajournement, du moment que l'intéressé lui-même ne demande pas mieux que d'attendre ?

[1] On pourrait se demander pourquoi le départ n'aura lieu que le lendemain soir, et non le lendemain matin. Sans doute pour que les conditions soient modifiées le moins possible. A ce point de vue, un ajournement de vingt-quatre heures, d'un coucher de soleil à l'autre, est moins hardi qu'un ajournement de douze heures. A en croire M. V. Bérard (*Les Phéniciens et l'Odyssée*, I, p. 65-67), l'heure du départ était réglée par des raisons d'ordre technique, telles que le régime des vents : dès lors, quoique remis au lendemain, il devait nécessairement avoir lieu à l'heure fixée primitivement. En tout cas, Alcinoos et Arété font, chacun de leur côté (VII, 318-319, et VIII, 445), allusion d'avance à la traversée nocturne d'Ulysse. M. M. Croiset (*Hist. de la Litt. gr.*, I, p. 272) dit par erreur : « Alcinoos promet par deux fois à Ulysse de le faire conduire chez lui le lendemain *matin* (VII, 189-191 et 318). » Il ne s'agit, dans ces passages, que des préparatifs du départ, et non du départ lui-même.

[2] Ce sont sans doute des rapports du même genre qui existent entre le préambule du second récit et celui du premier (cf. p. 476, n. 1). Pour U. v. Wilamowitz-Möllendorff (*Homerische Untersuchungen*, p. 130), c'est IX, 14-15 qui est évidemment inspiré par VII, 241-243 ; pour Hennings (*Homers Odyssee*, p. 212), c'est plutôt l'inverse.

non seulement sont le mieux à leur place, mais encore sont présentés de la façon la plus naturelle. Les développeurs, en général, font largement les choses : obéissant à d'autres préoccupations qu'à celle d'observer la vraisemblance, ils ne sont plus retenus par la nécessité d'être simples. Rien n'est assez grand, assez beau, assez riche dans leurs modèles : la surenchère est leur procédé habituel [1]. Ainsi, tant qu'Ulysse n'est qu'un voyageur inconnu, un naufragé quelconque, il n'est pas vraisemblable qu'on s'y intéresse : si le poète, pour attirer l'attention sur lui, insiste sur ses avantages physiques, taille supérieure à la moyenne, corps semblable à celui des immortels, force et adresse aux divers sports (VIII, 14 ; 17-23), on sent bien que c'est faute de mieux, parce qu'il a supprimé, de parti pris, la seule chose qui pouvait sérieusement justifier l'intérêt inspiré par l'étranger, à savoir la connaissance de sa personne et de ses aventures. Néanmoins, à l'appel du héraut [2], la population entière envahit l'agora (16) [3], alors qu'il s'agit (Alcinoos lui-même en fait la remarque ou du moins la suggère) d'un incident banal dans la vie des Phéaciens (30-33). Au contraire, le lendemain matin, ou plutôt immédiatement à partir du récit, on ne voit plus intervenir que les douze conseillers qui font partie de l'entourage habituel d'Alcinoos (XIII, 7-15), les mêmes qui étaient assis à sa table le soir de l'arrivée (VII, 136). Pour les autres incidents des deux journées, présents, préparatifs ou adieux,

---

[1] C'est ainsi que, dans l'*Iliade*, la simple palissade qui, au chant XI, entourait le camp des Achéens, devient, dans le chant de développement qui suit, « un rempart véritable, solidement bâti en pierres, avec des tours en bois et des parapets ». (A. et M. Croiset, *Hist. de la Litt. grecque*, I, p. 138 et suiv.).

[2] Notons que le héraut n'est autre qu'Athéna en personne. Réduite ici au rôle de crieur public, elle va être occupée, un peu plus tard, à marquer les coups au jeu du disque. C'est encore un trait propre aux développeurs que cette indiscrétion et ce sans gêne avec les dieux, qu'ils dérangent pour des besognes insignifiantes que n'importe qui aurait pu aisément faire à leur place.

[3] La convocation même de cette foule n'est guère plus justifiée que son empressement. Quoique le rapatriement de l'inconnu soit inscrit à l'ordre du jour, elle n'est pas, en réalité, consultée sur la question. Alcinoos, qui avait, dès la veille, parlé à Ulysse de son retour comme d'une chose assurée, lui fait une simple communication et se passe de son autorisation. Pourquoi la consulter ici, alors qu'au chant XIII (14-15) on ne la consulte pas pour la faire contribuer aux frais des cadeaux offerts à Ulysse ?

c'est encore à la seconde qu'appartient l'avantage de la vraisemblance et de la simplicité. Au chant VIII, Nausicaa fait ses adieux à Ulysse, alors qu'il ne partira que le lendemain soir (457-468) ; au chant XIII, Ulysse prend congé de ses parents au moment même du départ (36-62). Au chant VIII, le bateau est non seulement mis à l'eau, avec les rames et les voiles en place, mais encore conduit hors du port, à la sortie du goulet (50-55), alors qu'on n'a encore rien à y mettre et qu'Ulysse ne doit partir que trente-six heures après ; au chant XIII, c'est-à-dire le matin même du dernier jour, on prend la précaution de charger d'avance les bagages du voyageur, afin que, la nuit venue, il n'ait plus qu'à s'embarquer (19-22). Au chant VIII, Alcinoos et les douze conseillers font à l'inconnu, sans motifs sérieux, des présents d'une magnificence et d'une richesse extraordinaires (387-395). Comment feront-ils face à une pareille dépense ? Le développeur ne s'inquiète pas de ces choses-là : on voit que les étoffes précieuses et les talents d'or ne lui coûtent rien. Il ne se préoccupe pas davantage de l'embarquement de ces objets. Alors qu'on ne voit déjà plus clair, il les fait apporter au palais, c'est-à-dire dans la ville haute, et empiler soigneusement par Arété dans une grande malle, qu'elle va chercher elle-même au premier étage (424-448) ; mais il ne se charge pas de faire descendre cette lourde caisse au bord de la mer [1]. Elle partira bien toute seule, sans doute ;

[1] Quoiqu'on ait soin de rappeler son existence (XIII, 10-12) en spécifiant qu'elle renferme déjà l'or et les vêtements donnés précédemment. Il est bien question, au moment où Ulysse s'embarque (XIII, 68), d'une χηλὸς πυκινή ; mais cet objet est porté à la main par une des trois servantes qui accompagnent Ulysse jusqu'à l'embarcadère, tandis que la seconde porte la couverture de voyage et la troisième les provisions de bouche pour la route. Cette χηλὸς doit être une simple valise : l'autre était une véritable malle. Remarquons, d'autre part, que cette malle, qu'on n'embarque pas en Phéacie, ne figure pas davantage lors du debarquement à Ithaque. Il est bien question du contenu, mais non du contenant. Il est dit, en effet, qu'Ulysse, une fois éveillé et remis de son émotion, vérifie les trésors déposés à terre en tas (122) par les Phéaciens, pour voir s'il n'y manque rien (217-218). Effectivement l'or et les vêtements y sont bien, ainsi que les trépieds et les marmites (cf. 368-369). Mais si les premiers de ces objets étaient alors conçus comme contenus dans le coffre, ils n'auraient pas à être vérifiés en détail, celui-ci ayant été fermé par Ulysse lui-même au moyen d'un cadenas de sûreté, exactement au moyen d'un nœud très compliqué dont il est seul à posséder le secret (VIII, 447-448).

pour peu qu'on insiste, il mobiliserait Athéné pour lui faire jouer le rôle de portefaix. Ce sont là, pour lui, des détails mesquins d'exécution matérielle. Au chant XIII, Ulysse reçoit, à la suite de son intéressante conférence, des cadeaux beaucoup plus modestes, quoique beaucoup mieux justifiés (13-14); mais on spécifie que les dépenses engagées seront couvertes par une souscription faite parmi le peuple (14-15). De plus, ils ne sont apportés que le matin, et ils vont directement, sans passer par la ville haute, au bateau, où ils sont immédiatement chargés (18-19). Enfin, Alcinoos en personne fait arrimer consciencieusement les colis sous les banquettes, afin que les rameurs ne trébuchent pas dedans, quand ils viendront prendre leurs places le soir (20-23).

Ce parallèle accuse suffisamment, semble-t-il, la différence des provenances, des tours d'esprit, des préoccupations. Le poète primitif présente les choses simplement, naturellement, telles qu'il les imagine réalisées autour de lui. Le développeur voit les choses de haut, plane au-dessus des réalités contingentes, parce qu'il se propose un autre objet qu'une peinture vraisemblable.

L'hypothèse de Kirchhoff, dont s'inspirent, sinon dans le détail, au moins pour l'idée générale, les pages qui précèdent, n'a pas été, comme on l'a vu, généralement adoptée par la critique. Il est certain que sa hardiesse risquait de faire tort à son ingéniosité [1]. Mais que dirait-on si l'étude d'un passage de l'*Odyssée* absolument différent, étude faite en elle-même et pour elle-même et dégagée de toute considération accessoire, conduisait à une supposition toute pareille? Or c'est peut-être le cas du chant IX, c'est-à-dire du chant qui suit immédiatement ceux qu'on vient de parcourir.

Des nombreuses aventures qu'Ulysse raconte à Alcinoos, l'aventure chez le Cyclope est une des premières (IX, 106-564), et aussi une des plus connues. Tout le monde sait qu'il eut avec cet anthropophage

---

[1] Il n'est pourtant guère moins hardi et il est certainement moins naturel de supprimer en détail ce que Kirchhoff supprimait en bloc. Hennings, *ouvr. cité*, p. 185, a calculé que sur les 347 vers du chant VII, 27 seulement ont échappé aux soupçons.

des relations infiniment moins agréables qu'avec le père de Nausicaa, puisque, au lieu d'être hébergé royalement, il le vit manger six de ses compagnons et, sans son ingéniosité, aurait été mangé lui-même. Quoique les deux hôtes se ressemblent aussi peu que possible et que la caverne de l'un n'ait aucun rapport avec le palais de l'autre, il n'y a pas la moindre antithèse dans le titre de cet article, qui annonce un rapprochement entre le séjour chez Alcinoos et le séjour chez le Cyclope. Ulysse, en effet, passe quarante-huit heures dans la caverne comme dans le palais. Or, à propos de cette durée, la question qui s'était posée ici se pose encore là, à peu près dans les mêmes termes, et une solution ingénieuse, qui vient d'être proposée pour le chant IX [1], rappelle singulièrement celle que Kirchhoff avait proposée autrefois pour les chants VII-VIII : elle paraît, non seulement donner à celle-ci un regain d'actualité, mais encore lui apporter une confirmation inattendue. C'est à ce titre qu'elle doit être exposée ici avec quelque détail.

Ulysse, ayant laissé son bateau amarré au bord de la mer avec la plus grande partie de l'équipage et ayant pris avec lui douze hommes seulement, arrive un matin dans la caverne du Cyclope : le matin du surlendemain, il s'en échappe et regagne le rivage avec sa petite troupe réduite de moitié. Il y est donc resté deux fois vingt-quatre heures, soit deux jours et deux nuits, remplis ainsi qu'il suit :

Première journée : Le Cyclope est sorti ; Ulysse attend son retour (216-232).

Premier soir : Le Cyclope rentre, ferme la porte, fait son ménage, mange deux compagnons d'Ulysse, après une conversation avec lui, et s'endort (233-293).

Deuxième journée : Le Cyclope sort (après avoir fait son ménage, mangé deux compagnons d'Ulysse et fermé la porte) : Ulysse attend son retour (après avoir préparé l'instrument qui doit servir à l'aveugler) (307-335).

Deuxième soir : Le Cyclope rentre, ferme la porte, fait son ménage, mange deux compagnons d'Ulysse, et, après une conversation avec lui [2], s'endort (336-374).

---

[1] V. la dissertation de Dietrich Muelder citée p. 457, n. 1. Cette dissertation traite en détail un certain nombre de questions relatives à la Cyclopie. Dans les pages suivantes, qui s'en inspirent en grande partie, nous n'en avons extrait, en modifiant ou complétant au besoin, que ce qui nous paraissait de nature à confirmer l'hypothèse relative aux deux chants précédents.

[2] C'est la conversation dans laquelle Ulysse dit au Cyclope qu'il se nomme Personne.

Ici, c'est-à-dire dans la deuxième nuit, se place la scène de l'aveuglement (375-398). Enfin Ulysse s'évade le matin du troisième jour (437 et suiv.), c'est-à-dire quarante-huit heures après être entré dans la caverne ou trente-six heures après y avoir été enfermé.

Les deux journées, ainsi que les deux soirées, c'est-à-dire les deux périodes successives de vingt-quatre heures, présentent un parallélisme au moins aussi surprenant que les deux jours passés chez Alcinoos, si bien qu'ici comme plus haut, l'idée d'un dédoublement vient déjà naturellement à l'esprit.

Remarquons, d'autre part, toujours comme plus haut, que, réduit à ses éléments essentiels, le sujet, qui est proprement la captivité et l'évasion d'Ulysse, fournissait, à partir du premier soir, juste de quoi remplir douze heures, et que, si le récit en remplit trente-six, il ne les remplit qu'assez péniblement. Il est entendu que l'histoire d'Ulysse et du Cyclope est « une admirable narration [1] » ; mais, si admirable qu'elle soit, il suffit d'y regarder d'un peu près pour y découvrir bien des difficultés et même bien des défauts choquants : de ceux-ci nous ne voulons retenir qu'un seul. Dans cette aventure merveilleuse, qui rappelle un peu, toutes proportions gardées, celle de l'Ogre et du Petit Poucet, il ne faut pas être trop difficile en matière de vraisemblance. Que le héros, type de la prudence, méprisant les conseils de ses compagnons, se laisse enfermer sottement dans la caverne comme dans une souricière, alors que, dans l'une des aventures précédentes, les rôles étaient exactement renversés (IX, 43-44), personne n'y trouvera rien à redire : sa témérité, qui sera justifiée par le succès final, est nécessaire à l'intérêt du conte, cela suffit. Mais, une fois qu'il est enfermé, on est surpris de la longueur du temps qu'il met à s'échapper, sans que rien justifie cette lenteur. Ulysse, le πολυμήχανος, le πολύμητις, le πολύτροπος, n'est pas si débrouillard que ces épithètes traditionnelles tendent à le faire croire. C'est plutôt un homme posé jusqu'à l'excès, qui prend toujours son temps, alors même qu'il aurait de bonnes raisons pour se hâter. Non seulement il divise soigneusement les questions, suivant la seconde règle de Descartes, mais encore il se repose copieusement dans l'intervalle des différents chapitres. Suivons-le, en effet, dans le détail des opérations aux-

---

[1] A. et M. Croiset, *Hist. de la Litt. grecque*, I, p. 274.

quelles il se livre. Le premier soir, dès que le Cyclope a mangé deux matelots et qu'anéanti par le travail de la digestion il est tombé endormi au milieu de ses moutons, l'idée d'Ulysse est d'abord de profiter de ce lourd sommeil pour lui passer son épée au travers du corps. Mais il n'y pense que pour y renoncer : il comprend immédiatement que la solution du problème n'est pas là. Onze hommes seraient bien empêchés de dégager l'entrée en déplaçant la lourde pierre que vingt-deux chariots ne suffiraient pas à ébranler ; dès lors, à quoi bon échapper à l'estomac du Cyclope, pour rester murés dans sa caverne (299-305) ? Il se garde donc soigneusement de supprimer la seule force qui puisse enlever l'obstacle : c'est l'ogre en personne qui doit se charger de leur ouvrir la porte et collaborer, malgré lui, à leur évasion. Ici, on s'attend à voir arriver la contre-partie, l'idée positive après l'idée négative, celle ci étant destinée à préparer celle-là et à la faire valoir par le contraste. C'est le procédé homérique habituel. Quand les héros hésitent, ils examinent successivement deux partis, un mauvais, qu'ils rejettent, puis un bon, ou, en tout cas, un moins mauvais, qu'ils adoptent. C'est ainsi qu'Ulysse, pour ne parler que de lui, procède à deux reprises, quand il s'agit d'aborder en Phéacie (V, 408-423 ; 465-474 ; cf. VI, 141-147). Ici, notamment, il serait tout naturel, une fois qu'il a renoncé à tuer le Cyclope, que son imagination continuât à travailler jusqu'à ce qu'il eût trouvé la solution du problème [1]. Par là même qu'il renonce au plaisir de la vengeance pure et simple, on doit croire qu'il entrevoit déjà la possibilité de sauver sa propre vie en épargnant celle de son ennemi. Mais non ; il s'arrête sur cette idée qu'il ne faut pas tuer le Cyclope, qu'il n'y a rien à faire dans ce sens, et, sans chercher davantage, il attend toute la nuit, en gémissant, l'aurore divine (306). C'est seulement le lendemain matin, quand le Cyclope est sorti, non sans avoir mangé encore deux de ses hommes et refermé la porte derrière lui, qu'il trouve tout d'un coup, sans paraître l'avoir cherchée, la vraie solution du problème : à savoir, rendre le Cyclope inoffensif tout en le laissant vivant, de façon qu'il puisse écarter les barreaux de la cage sans pouvoir empêcher les oiseaux de s'envoler (318 et suiv.) [2].

---

[1] Cf. plus loin, p. 491, n. 2.

[2] Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 416-417.

En conséquence, il prepare aussitôt l'instrument destiné à l'opération de l'aveuglement : c'est l'affaire de quelques heures au plus (319-328). Mais le Cyclope étant, comme la veille, sorti pour la journée entière, il ne peut utiliser tout de suite l'engin ; alors il le cache sous un tas de fumier et se repose tout le reste du jour en attendant le soir. Enfin le Cyclope rentre, et, après un troisième repas identique aux deux précédents, s'endort, comme la veille. C'est alors qu'Ulysse l'aveugle et, immédiatement après, s'attache, lui et ses compagnons, sous les moutons, prêt à s'échapper à la première occasion. Mais, comme tous les préparatifs de l'aveuglement étaient faits depuis le matin, l'opération elle-même n'a pas dû être longue, et la nuit ne peut pas être encore bien avancée; comme, d'autre part, les moutons ne doivent sortir qu'au lever du jour, les malheureux ont encore pas mal d'heures à attendre, ainsi que la veille, en gémissant, l'aurore divine (436), et, cette fois, dans une position des plus incommodes [1].

Que de temps perdu pendant ces trente-six heures! Cela fait, si nous comptons bien, trois arrêts sérieux entre le point de départ et le point d'arrivée, entre le moment où Ulysse est fait prisonnier et le moment où il s'évade. On dira que ce n'est pas tout à fait sa faute. Il est vrai que, le premier arrêt une fois admis, les deux autres étaient forcés ; mais il est vrai aussi que le premier n'était nullement obligatoire. Tous ces retards sont donc, en fin de compte, imputables à Ulysse, ou, si on aime mieux, au poète. Il nous fait penser, — qu'on nous passe cette comparaison un peu moderne — à quelqu'un qui aurait pris le train omnibus au lieu de prendre l'express. En brûlant les étapes, il pouvait arriver vingt-quatre heures plus tôt, c'est-à-dire le matin du second et non du troisième jour. Pour ce qu'Ulysse avait à faire, ce n'était sans doute pas trop d'une nuit, mais une nuit était certainement assez : il suffisait que, des quatre choses qu'il avait à accomplir, la deuxième suivît la première et que la troisième vînt par derrière, amenant à son tour la quatrième et dernière, le tout sans interruption. Voici, dans le détail, comment pouvait être conçu l'emploi de cette nuit unique. Se rendant compte que le meurtre de son ennemi ne serait qu'une vengeance stérile qui ne ferait nullement

---

[1] Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 421-423.

avancer ses affaires, il en conclut immédiatement, au lieu d'attendre pour cela qu'il soit parti, qu'il est plus pratique de lui laisser la vie et de se borner à lui ôter la vue. Car il n'y a pas une minute à perdre, s'il ne veut pas assister une seconde fois à l'horrible spectacle de la mort de ses deux compagnons, et, qui sait? faire lui-même les frais du repas du lendemain[1]. Si cette histoire était tournée en tragédie, son confident aurait le droit de lui dire :

> Il faut partir, seigneur; sortons de ce palais,
> Ou bien résolvons-nous de n'en sortir jamais.

Sans doute, s'il n'attend pas le matin, le Cyclope va être là pendant les préparatifs de son supplice. Mais sa présence n'est pas un inconvénient, puisqu'il dort. Elle est même tout le contraire d'un inconvénient, puisque, l'engin une fois prêt, on va pouvoir l'utiliser à l'instant même, au lieu d'être obligé d'attendre son retour. Enfin, comme la délibération, les préparatifs de l'opération, l'opération elle-même et les préparatifs de l'évasion ont pris une bonne partie de la nuit, le jour va poindre au moment où les prisonniers sont en position, prêts à s'échapper à l'ouverture des portes. Ils n'ont donc pas à rester des heures entières ficelés ou accrochés sous le ventre des moutons, et c'est un avantage accessoire dont Ulysse, le moins confortablement installé sous sa monture, ne peut manquer de se trouver bien. Mais le principal avantage, pour lui, est, naturellement, d'éviter un séjour supplémentaire d'une journée et d'une nuit dans cet antre maudit, et, économie plus précieuse encore, d'épargner la vie de quatre de ses hommes et de s'évader avec sa petite troupe réduite de deux unités seulement. Ajoutons, pour que la vraisemblance soit complète, que le reste de l'équipage, qui est demeuré dans le bateau amarré au rivage à quelques pas de là, n'a attendu qu'un jour et une nuit, ce qui est déjà bien suffisant pour expliquer leur inquiétude (466). Si, au con-

---

[1] Il est remarquable que les choses se passent précisément ainsi un peu plus loin, lorsqu'il s'agit de trouver la dernière invention, qui doit permettre à Ulysse de s'évader. Ulysse, se représentant le danger (423 : ὥστε περὶ ψυχῆς· μέγα γὰρ κακὸν ἐγγύθεν ἦεν), passe rapidement en revue tous les tours qu'il a dans son sac (422 : πάντας δὲ δόλους καὶ μῆτιν ὕφαινον), et trouve tout de suite la solution du problème (424 : ἥδε δέ μοι κατὰ θυμὸν ἀρίστη φαίνετο βουλή). Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 418.

traire, on les fait attendre, comme le suppose le texte, un jour et une nuit de plus, il est incroyable qu'ils ne se soient pas décidés, dans leur impatience, à se mettre à la recherche de leurs camarades, et qu'ils n'aient pas pris, les croyant perdus, le parti de regagner la petite île et de rallier l'escadrille.

On pourrait être tenté de trouver qu'il y a quelque impertinence à remanier ainsi l'« admirable narration » du chant IX. En réalité, il ne s'agit nullement d'en remontrer à l'auteur du conte le plus célèbre de l'antiquité et de le traiter comme un écolier inexpérimenté à qui on refait son devoir. La narration « expresse » qui vient d'être esquissée n'est pas un essai de correction du texte actuel, mais un essai de reconstitution du texte primitif[1]. Loin d'avoir la prétention de faire mieux que le poète, on admet d'avance que ce qu'il a fait était très bien fait et justement conforme à ce qu'on pouvait désirer. D'après cette hypothèse, les invraisemblances et, en particulier, les retards constatés plus haut auraient été introduits par un remanieur qui vou-

---

[1] Chose curieuse, Euripide, dans le *Cyclope*, et Virgile, dans le récit d'Achéménide (*Énéide*, III, 613-654), ont décrit cette scène précisément sous la forme « expresse » que nous venons de lui donner. Cependant, le texte qu'ils avaient sous les yeux était sans doute identique à celui que nous possédons, et, s'ils ont simplifié leur modèle, c'est assurément pour des raisons purement dramatiques ou littéraires, et nullement philologiques. Toujours est-il que l'Ulysse d'Euripide se trouve pour la première fois en présence du Cyclope à la fin du premier épisode, sort de la caverne au commencement de l'épisode suivant, en racontant que deux de ses compagnons viennent d'être dévorés, puis prépare rapidement sa vengeance en distribuant les rôles autour de lui ; enfin l'enivre au troisième épisode, et l'aveugle au quatrième et dernier, qui se termine par sa fuite. Comme l'Ulysse d'Euripide, l'Achéménide de Virgile n'a vu manger que deux (623) de ses compagnons (cf. Ovide, *Métamorphoses*, XIV, 205); et, le Cyclope s'étant endormi aussitôt après, c'est pendant son sommeil et sans perdre un instant (630) que les rôles ont été tirés au sort et l'opération exécutée (634-635). Dans le Virgile de la collection Lemaire (t. II, *Excursus* XVI, p. 472), on ne relève que la malpropreté incontestable avec laquelle mange le Cyclope de l'*Énéide* : on ferait mieux de lui savoir gré de ne manger que deux hommes, au lieu de six. Euripide et Virgile, ayant besoin l'un et l'autre d'alléger la matière fournie par le texte de l'*Odyssée*, l'ont fait avec une remarquable sûreté d'instinct, et la philologie leur donne raison. Sitôt qu'ils ont porté la main sur ce texte, les parties rapportées se sont détachées d'elles-mêmes, laissant à nu le noyau primitif.

fait embellir sa matière. Il resterait à transformer cette hypothèse en certitude. Peut-on démontrer positivement que le texte se présentait autrefois sous la forme la plus simple que nous avions rêvée, et que son état actuel résulte de remaniements postérieurs? Le mémoire cité plus haut nous permet, semble-t-il, de répondre affirmativement.

Supposons le problème résolu ; c'est-à-dire admettons que, primitivement, Ulysse faisait en une seule nuit et coup sur coup les quatre opérations, intellectuelles ou matérielles, suivantes : 1° renoncer à tuer le Cyclope (soir) : 2° prendre le parti de l'aveugler et faire les préparatifs nécessaires (première partie de la nuit) ; 3° exécuter son projet et s'accrocher sous le ventre des moutons (deuxième partie de la nuit) ; 4° s'évader (matin). Admettons, d'autre part, que c'est un remanieur qui, prolongeant de vingt-quatre heures la durée de la captivité d'Ulysse, a reporté l'acte 2 au lendemain matin, l'acte 3 au lendemain soir et l'acte 4 au surlendemain matin. Si ces quatre actes, d'abord immédiatement successifs, ont été séparés après coup par des entr'actes, l'opération, quelle que soit l'habileté de l'opérateur, ne peut manquer d'avoir laissé des traces.

Voyons d'abord l'intervalle qui sépare les actes 1 et 2. Le premier (299-305) est une idée négative (τὸν μὲν ἐγὼ βούλευσα......., ἕτερος δέ με θυμὸς ἔρυκεν.....: αὐτοῦ γάρ κε.....: j'eus d'abord l'idée de le tuer.... mais j'y renonçai.... attendu que nous n'aurions pas échappé pour cela à la mort). Le second (318 et suiv.) est une idée positive (Ἥδε δέ μοι κατὰ θυμὸν ἀρίστη φαίνετο βουλή : voici finalement le parti qui me parut le meilleur). Ces deux morceaux sont évidemment complémentaires[1], et l'un suppose l'autre comme l'ombre suppose le corps[2]. Ces deux morceaux inséparables sont pourtant sépa-

[1] Cf. 420-424, et p. 489, n. 1. Remarquons que dans ce passage, les deux termes, qui sont en corrélation immédiate, sont représentés, sauf une variante insignifiante, exactement par les mêmes mots qu'ici : τὸν μὲν ἐγὼ βούλευσα (299) = αὐτὰρ ἐγὼ βούλευον (420), et le second terme est, dans les deux cas, ἥδε δέ μοι κατὰ θυμὸν ἀρίστη φαίνετο βουλή.

[2] Rappelant ici ce qui a été dit plus haut (p. 487), on peut aller jusqu'à affirmer qu'ils sont absolument inséparables. Il n'est pas admissible que l'esprit d'Ulysse cesse de travailler dans l'intervalle et qu'il se borne à pleurer jusqu'au lendemain matin, comme un écolier qui n'arrive pas à faire son problème un jour de composition ou d'examen. Puisque, pouvant tuer le Cyclope, il renonce à le faire, en quoi

rés actuellement ; mais l'examen des douze vers intermédiaires (306–317) est des plus instructifs. Le premier vers (ὣς τότε μὲν στενάχοντες..... : alors nous attendîmes en gémissant l'aurore divine) est destiné à nous mener jusqu'au lendemain, afin que l'aveuglement ne soit décidé et préparé que dans la matinée. Quant aux sept suivants (le Cyclope se lève, fait son ménage, déjeune et sort en fermant la porte), ce sont des vers de remplissage, tirés à peu près textuellement, un vers par-ci, un vers par-là, d'une scène précédente (retour du Cyclope la veille au soir)[1] : c'est proprement ce qu'on appelle un centon[2]. Seuls les trois derniers vers (315–317) ne sont pas tirés de ce qui précède ; mais leur contenu est de nature à les rendre des plus suspects[3]. En tout cas, le résultat est clair : une nuit gagnée. Ainsi,

---

il risque gros, cette renonciation suppose nécessairement qu'il a déjà l'idée de chercher à se sauver en l'épargnant. Si stérile que soit la vengeance à laquelle il avait pensé tout d'abord, c'est un plaisir divin dont il ne se priverait pas sans raison sérieuse, c'est-à-dire sans la perspective d'une avantageuse compensation.

[1] Comme le passage d'où ces vers sont tirés se rapportait au *retour* du Cyclope, on ne dit pas expressément, dans le centon, qu'il sort ; on le laisse simplement entendre en disant qu'il fait sortir les moutons, ἄντρου ἐξήλασε (312), au moyen d'un léger changement apporté au vers où il les faisait rentrer : εἰς εὐρὺ σπέος ἤλασε (237). Le vers relatif au déjeuner est encore plus significatif, à la fois par sa sécheresse et son obscurité. Alors que, la veille au soir, Ulysse décrivait le dîner en onze vers et en termes qui exprimaient nettement son horreur pour cet affreux spectacle, il en présente ici la réédition en cinq mots, sans y ajouter de réflexions, comme s'il parlait d'une chose toute naturelle. Ajoutons que σὺν δ' ὅγε δ' αὖτε δύω μάρψας (311) n'est rien moins que clair (sans compter que δέ, tout naturel v. 289, est à peine correct ici). A quoi se rapporte δύω ? Dans le passage qui a servi de modèle, la phrase ne présentait aucune obscurité, ἑτάρους étant exprimé au vers précédent. Dans le centon, au contraire, les vers précédents ne parlent que de μῆλα, si bien que, sans le souvenir de la scène correspondante de la veille au soir, on croirait que le Cyclope mange deux moutons et non deux hommes. Si l'auteur de la scène précédente s'était imité lui-même dans celle-ci, il se serait arrangé de façon à être clair. On sent ici le remanieur, qui bouche les trous avec des matériaux étrangers, rapprochés tant bien que mal, en intervenant le moins possible. Dans ce jeu de patience, il est difficile que les différentes pièces se joignent exactement sans laisser de vides.

[2] Cf. le centon qui a servi à raccorder la Télémachie au v. 28 du chant V. (V. Kirchhoff, p. 196–197, et A. et M. Croiset, *Hist. de la Litt. grecque*, I, p. 269, n. 1.)

[3] Ulysse y dit, en effet, que, resté seul, il cherche à se venger (317). Or c'est

voilà déjà deux passages, aujourd'hui séparés, qui tendent visiblement à se réunir comme les deux bords d'une ouverture pratiquée artificiellement, tandis que l'intervalle est rempli à l'aide de matériaux grossiers.

Passons aux actes 2 et 3, qui actuellement se placent, l'un, le lendemain dans la matinée (318 et suiv.), l'autre, le lendemain dans la soirée (375 et suiv.). Ils sont séparés par une scène d'une quarantaine de vers (336-374), qui est, comme on le remarquait plus haut, parallèle à la scène de la veille : retour du Cyclope, ménage, dîner, dialogue avec Ulysse, sommeil. Nous n'en retiendrons ici que les neuf premiers vers [1], qui forment un second centon à peu près identique au précédent. La scène de la veille est même reproduite encore plus textuellement, puisque cette fois on n'a pas eu la peine de transformer un retour en départ : le retour du premier soir est simplement devenu le retour du second soir [2]. Et voilà maintenant une journée gagnée, encore plus facilement que la nuit précédente. Bénéfice total : vingt-quatre heures [3]. Cette seule remarque suffirait déjà à faire soupçonner cette scène intermédiaire d'avoir été introduite après coup. Mais ce qui est tout à fait instructif, c'est le rapprochement des deux passages qui l'encadrent et que nous avons appelés les actes 2 et 3. Plus évidemment encore que dans les deux précédents, on y reconnaît les deux bords d'une ouverture pratiquée violemment. Ces deux bords sont maintenus séparés artificiellement comme par un coin, mais un éclat provenant de l'un d'eux est encore visible de l'autre côté. Voici, en effet, ce qu'on lit d'un côté, v. 325-328 : « J'en coupai un morceau long d'une brasse, que je remis à mes compagnons, en leur ordonnant de le dégrossir. Quand ils l'eurent égalisé, je m'approchai et j'en aiguisai l'extrémité ; puis je le pris

---

précisément parce qu'il ne s'agit pas de se venger, mais de se sauver, qu'il a laissé le Cyclope vivant, alors qu'il pouvait le tuer. Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 118.

[1] La suite sera traitée plus loin, p. 497-498.

[2] 337 = 237 ; 338 = 238-239 ; 340 = 240 ; 341 = 244 ; 342 = 245 ; 343 = 250 ; 344 = 289-291 (= 311).

[3] En réalité un peu moins, comme on le verra plus loin. Mais, comme on le verra également, on va rattraper encore quelques heures, qui, ajoutées à celles-ci, nous amèneront exactement, avec une différence d'une journée, à l'heure que le texte primitif assignait à l'évasion.

aussitôt (ἄφαρ δὲ λαβών) et je le passai au feu ardent (πυρετόωσα). » Ceci ayant lieu dans la matinée, en l'absence du Cyclope, les deux détails ἄφαρ et πυρετόωσα sont déjà un peu surprenants. Pourquoi cette précipitation d'Ulysse, puisque le Cyclope ne doit rentrer que le soir, comme il a déjà fait la veille ? Il a du temps à revendre, et il ne lui restera qu'à se croiser les bras pendant tout l'après-midi. De plus, pourquoi passer l'engin au feu dès le matin, puisqu'on ne pourra l'utiliser que dans la soirée ? Est-ce pour que le bois soit bien sec et déjà en partie carbonisé, de façon à pouvoir s'échauffer et rougir rapidement au moment où on sera pressé et où il n'y aura pas une minute à perdre ? Admettons-le, comme on le fait généralement[1], quoique, en réalité, il doive avoir encore du temps à revendre une fois l'opération terminée et ne savoir que faire pendant la seconde partie de la nuit. Mais, si nous passons de l'autre côté, on voit qu'il était inutile d'escamoter la difficulté ; car elle reparaît tout entière. Voici, en effet, ce qu'on lit, v. 375-380 : « (J'enfonçai l'épieu sous un tas de cendres jusqu'à ce qu'il s'échauffât... Et aussitôt que l'épieu d'olivier, *quoique encore vert* (χλωρός περ ἐών), fut sur le point de prendre feu et qu'il fut entièrement rouge, je le retirai du foyer. » Voilà qui est absolument inadmissible. Le détail χλωρός περ ἐών, qui renvoie à χλωρόν, du v. 320, ne peut avoir de sens qu'à une condition, c'est que le morceau de bois voie le feu pour la première fois. Mais, si on l'a déjà passé au feu le matin, pour le durcir, c'est-à-dire précisément pour qu'il ne fût plus vert, comme il l'était au v. 320, comment peut-il être encore vert le soir ? Voilà un petit détail que le remanieur a négligé de supprimer et de remplacer et qui trahit son passage[2]. Ainsi, parfois, des malfaiteurs sont trahis par un objet insignifiant oublié sur le lieu du crime. Concluons que le v. 376 faisait suite au v. 328, c'est-à-dire que l'épieu était passé une seule fois au feu[3] et utilisé immédiatement après avoir été pré-

---

[1] A condition de « solliciter doucement » le texte ; car πυρακτέω, qu'on traduit généralement par « faire durcir au feu », signifie simplement « mettre au feu ».

[2] Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 415-416.

[3] Remarquons qu'il est expressément fait mention trois fois de feu allumé, le premier matin par Ulysse (231), le premier soir (251) et le lendemain matin (308) par le Cyclope. Mais le second soir, c'est-à-dire la seule fois où on en a besoin, il

paré, et que la journée qui suit les préparatifs a été ajoutée après coup, comme la nuit qui les précède. L'opération de l'aveuglement avait lieu la nuit, comme dans le texte actuel ; mais cette nuit était la première et non pas la seconde, par la bonne raison qu'il n'y en avait pas de seconde.

Quoique la démonstration soit maintenant suffisante, passons enfin, pour qu'elle soit complète, aux actes 3 et 4, ou plutôt au passage qui les sépare. L'un se rapporte aux préparatifs de l'évasion (420-435), l'autre à l'évasion elle-même (437 et suiv.). Ces deux moments sont séparés, dans le texte, par un seul vers (436). Mais ce vers correspond, comme on l'a vu, à un assez long intervalle dans le temps, plusieurs heures au moins ; car, si le Cyclope a été aveuglé au début de la nuit, même après l'intervention des autres Cyclopes, cette nuit ne saurait être très avancée quand les prisonniers ont tout fini et sont prêts à s'échapper. Si, d'autre part, on admet comme démontré que tout ce qui précède l'évasion se passait en une seule nuit, ce vers ne devait pas figurer dans le texte primitif; car cette nuit, ayant été très bien remplie, touchait sans doute à sa fin quand l'opération de l'aveuglement était terminée, et les prisonniers avaient sans doute juste le temps de s'attacher sous les moutons avant que le troupeau vît le jour poindre et se mît en mouvement. Ce vers aurait donc été ajouté par l'interpolateur, qui, ayant désormais trop de temps, ne savait plus que faire de la seconde partie de la nuit. Il dénote à la fois de la conscience et de la maladresse, puisqu'il signale scrupuleusement la modification apportée à l'horaire primitif, tout en soulignant gauchement la durée de l'attente des prisonniers ligottés sous le ventre des moutons, dans une situation qui devient grotesque pour peu qu'elle se prolonge. Or, justement, ce vers consciencieux et maladroit est la reproduction textuelle du v. 306, qui figure en tête du premier centon, où nous l'avons vu jouer exactement le même rôle que joue ici le v. 436. Il a servi, on s'en souvient, à combler le vide de la seconde moitié de la première nuit, devenue sans emploi quand les préparatifs eurent été reportés au lendemain matin. Mais là, du moins, les gémis-

---

n'en est pas question ! Il est clair que le feu utilisé ce soir-là n'est autre que le feu allumé vingt-quatre heures auparavant par le Cyclope et dont celui du matin n'est lui-même que le dédoublement (308 = 251 ; cf. plus haut, p. 492).

sements étaient de mise, puisqu'ils se faisaient entendre au moment où Ulysse ne réussissait à trouver aucune solution pratique, et ils n'avaient rien de compromettant, puisqu'ils risquaient, tout au plus, de déranger le Cyclope pendant son sommeil, ce qui n'aggravait pas la situation. Ici, au contraire, ils ne se comprendraient qu'à condition d'être poussés par les moutons, impatients d'être débarrassés de leurs montures ; mais de la part des hommes, ils n'ont, d'abord, aucune raison d'être, puisque le principe de la délivrance est trouvé et que celle-ci n'est plus qu'une question de temps : de plus, ils sont d'une souveraine imprudence, puisqu'ils peuvent être entendus du Cyclope éveillé, qui, s'il est aveugle, n'est pas sourd, et lui indiquer la position des prisonniers, qu'il s'agit précisément de lui dissimuler[1]. Les gémissements du v. 436 suffiraient à prouver que ce vers a été introduit artificiellement ici, reproduisant purement et simplement le v. 306, où nous avons reconnu l'œuvre de l'interpolateur[2].

Si on considère comme démontré maintenant que le séjour d'Ulysse chez le Cyclope a été prolongé postérieurement de vingt-quatre heures, tout comme son séjour chez Alcinoos, il n'y a plus qu'un mot à dire pour que soit complet le parallèle entre les deux épisodes. Après la question du fait doit se poser, ici comme tout à l'heure, la question du pourquoi. Pourquoi un certain aède, renchérissant sur son prédécesseur, a-t-il éprouvé le besoin d'infliger ainsi à Ulysse un jour de prison supplémentaire, comme fait aujourd'hui, à la caserne, le général qui double les punitions administrées par le colonel ? Ce n'est évidemment pas pour le seul plaisir de prolonger sa captivité : cette journée de « rabiot », puisque telle est l'expression consacrée, coûte assez cher à Ulysse, en même temps qu'à la vraisemblance, pour qu'on ne la lui ait pas imposée sans motif sérieux, ou jugé tel. C'est

---

[1] Cette imprudence est en contradiction absolue avec la prudence dont Ulysse fera preuve un moment après, lors de l'embarquement (467). Les compagnons restés dans le bateau se mettant à gémir en voyant la petite troupe accourir avec son effectif réduit, Ulysse, d'un simple froncement de sourcils, leur commande le silence ; car il ne faut pas indiquer au Cyclope, qui le poursuit, la position du bateau. Même précaution, v. 490, lorsque la pierre lancée par le Cyclope aura malencontreusement rejeté l'embarcation à la côte.

[2] Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 421-423.

le rapprochement avec le chant VIII qui suggère la réponse. Là, le remanieur, en dédoublant sa matière, avait cédé au besoin de la développer et de l'enjoliver, c'est-à-dire de faire plus grand et plus beau que son modèle. Ici, la comparaison des deux soirées passées par Ulysse dans la caverne révèle une préoccupation analogue. La seconde est, comme on l'a vu, parallèle à la première, en ce sens que le programme en est le même et que le Cyclope y fait les mêmes choses, c'est-à-dire rentre, fait son ménage, dîne, cause avec Ulysse et s'endort. Mais parallélisme ne veut pas dire identité ; car, au moins sur les deux derniers points [1], conversation et sommeil, le souci de faire du neuf est évident. Commençons par le sommeil, quoique le Cyclope finisse par là. Le premier soir, ou, si on aime mieux, le soir unique du texte primitif, il s'endormait spontanément et immédiatement après son repas. La digestion pénible des deux matelots qu'il venait d'absorber le plongeait dans une torpeur assez profonde pour qu'on pût, à la faveur de ce lourd sommeil, procéder, sans trop craindre d'être dérangé, aux préparatifs de l'exécution et à l'exécution elle-même. Le remanieur, en transportant à la nuit suivante la scène de l'aveuglement, a eu la prétention de faire mieux. S'endormir naturellement, c'est trop simple, et s'endormir tout de suite après avoir mangé, c'est le fait d'un malappris. On fera causer le Cyclope après dîner : tout en causant, on le fera boire, sous prétexte de faciliter sa digestion (347), et on le grisera. L'influence de la boisson venant s'ajouter à celle de la nourriture, il dormira encore mieux que la nuit précédente (371-374), et, tandis qu'il dormira, on pourra, cette fois, travailler avec une tranquillité absolue et opérer à coup sûr. C'est, naturellement, Ulysse qui aura cette idée lumineuse, qui va bientôt être suivie d'une autre, plus lumineuse encore : il n'aura rien trouvé pendant la première nuit, mais il se rattrapera largement pendant celle-ci. Il prendra même la précaution, dès la veille au matin, de se munir du liquide nécessaire, sans se douter encore, bien entendu, de l'usage qu'il aura à en faire ; mais l'aède, qui tient à son idée, aura de la prévoyance pour deux (213). Aussi, en quittant la petite île pour aller à la découverte de l'autre côté du bras de mer, il n'oubliera pas d'embarquer et, une fois débarqué, d'emporter jusqu'à la caverne une outre d'un fameux vin de

---

[1] Sur les trois premiers, on a vu (p. 493) qu'il y a identité et même réduction.

Maronée, si capiteux qu'étendu de vingt fois son volume d'eau, il est encore exquis, au point qu'on n'en est jamais rassasié : une triple rasade de ce vin pur va produire un effet merveilleux (196-215).

Passons au dialogue qui précède le sommeil. Il est calqué sur celui de la soirée précédente, en ce sens que la division y est la même : deux couplets pour chacun des deux interlocuteurs (251-286 et 346-370). Mais, ici encore, on saisit la préoccupation de faire autrement et mieux que le modèle. Dans celui-ci, le monstre, apercevant, à la lueur du feu, les treize hommes qu'il venait de faire prisonniers sans s'en douter et qui s'étaient blottis d'épouvante au fond de la caverne, leur demandait d'une voix terrible qui ils étaient : Ulysse le suppliait de les accueillir avec bienveillance par respect pour Zeus protecteur des hôtes; mais l'autre répondait par une profession d'athéisme et prouvait son absence de scrupules en traitant comme on sait deux hommes de la bande. Ce dialogue était donc la préface du repas. Celui du lendemain suivant le repas au lieu de le précéder, on y sent l'influence bienfaisante du vin qui le complète et que le Cyclope déclare excellent : cette fois, la glace est rompue, la brute s'est civilisée et s'exprime en homme qui sait vivre. En demandant à Ulysse un second, puis un troisième verre, il lui renouvelle la question de la veille, désirant, dit-il, connaître son hôte pour lui faire un présent d'hospitalité : Ulysse répond qu'il se nomme Personne; alors le Cyclope lui annonce qu'il mangera Personne en dernier lieu et que cette faveur est le présent d'hospitalité qu'il lui destine. Ulysse est décidément plein de prévoyance ; car sa bizarre invention prépare évidemment la scène de l'intervention des autres Cyclopes, qui suit la scène de l'aveuglement. Ceux-ci, réveillés par les hurlements du patient qu'on est en train d'opérer, viennent lui demander, à travers la porte, quel est l'ennemi avec qui il est aux prises et contre qui ils pourraient lui prêter main-forte ; mais apprenant que c'est Personne, ils en concluent qu'il n'y a pour eux rien à faire, que le ciel seul peut intervenir efficacement pour calmer son mal, et ils s'en vont comme ils étaient venus (399-415).

Qui ne sent combien ce double épisode jure avec l'ensemble du conte? Celui-ci, sous la forme plus simple, qui était en même temps sa forme primitive, était une histoire à faire dresser les cheveux sur la tête : c'était le récit d'une nuit passée par Ulysse dans une caverne en compagnie d'un anthropophage. Entre la scène terrible où le

monstre lui mange deux hommes et la scène également terrible où il a l'œil crevé, il n'y avait pas le plus petit mot pour rire : des quelques paroles échangées entre les deux adversaires, les unes exprimaient l'épouvante, les autres la férocité. Quel contraste avec les deux scènes, joyeuses ou spirituelles, — ayant, en tout cas, la prétention de l'être — qui viennent d'être analysées ! d'une part, Ulysse causant familièrement avec ce monstre comme avec un homme ordinaire [1] ; celui-ci mis en belle humeur par les rasades d'Ulysse et faisant de l'esprit, à sa façon, c'est-à-dire d'une façon sinistre et macabre ; Ulysse, à son tour, faisant des jeux de mots, préparant, avec une prévoyance invraisemblable, la réponse de sa future victime à la question des autres Cyclopes, et franchement amusé (413) du succès de ses calembours ! Que dire, d'autre part, de l'intervention des voisins, éveillés en sursaut au milieu de la nuit, et de leur empressement à faire demi-tour, quand, trompés par le calembour involontaire du Cyclope et s'imaginant qu'il s'agit d'une simple rage de dents, ils vont se recoucher, enchantés au fond, mais, tout de même, un peu vexés de s'être dérangés pour rien [2] ? Tout cela est amusant si on veut ; mais c'est l'œuvre d'un poète qui n'a évidemment pas la même tournure d'esprit que l'auteur du conte primitif et qui a d'autres soucis que ceux de l'unité de ton et de la vraisemblance.

Après avoir mis, comme on vient de le faire, l'épisode d'Ulysse chez le Cyclope en regard de l'épisode d'Ulysse chez Alcinoos, on peut se borner à conclure en deux mots : le rapprochement, semble-t-il, parle assez de lui-même. Ici comme là, nous nous trouvons en presence d'un texte qui comporte un séjour de quarante-huit heures, avec toutes sortes d'invraisemblances. Ici comme là, l'examen de ces invraisemblances nous amène à concevoir un texte antérieur, plus simple, d'où elles étaient absentes, en même temps que la durée du séjour était réduite de moitié. Ici comme là, la comparaison des

---

[1] D. Muelder (*diss. cit.*, p. 420-421) remarque fort justement que, dans l'ensemble du conte, c'est un être anonyme, c'est « le Cyclope » ; c'est seulement dans cet épisode qu'il porte le nom propre de Polyphème.

[2] Cf. D. Muelder, *diss. cit.*, p. 421 et 423.

deux textes nous révèle que la différence provient d'un dédoublement, accompagné de développements, d'agrandissements, d'embellissements, souvent achetés au prix des vraisemblances les plus élémentaires. Cette intervention d'un aède postérieur, proposée autrefois pour expliquer les difficultés des chants VII-VIII, a été combattue depuis et même niée formellement. Voici que l'étude purement interne du chant IX vient de révéler à la critique une intervention presque identique. Même procédé, même objet proposé, même résultat. Voilà peut-être un « fait nouveau » propre à faire réfléchir ceux qui seraient tentés de considérer l'hypothèse de Kirchhoff comme définitivement condamnée.

RECHERCHES SUR LE SULFATE FERRIQUE

Par M. A. RECOURA,

Professeur à la Faculté des Sciences.

I. — Sur un sulfate ferrique basique.

Au cours de recherches sur le sulfate ferrique, j'ai eu l'occasion d'isoler un sulfate basique dont la composition est intéressante en ce qu'elle donne des indications sur la constitution des sels ferriques hydratés. Ce sel basique joue, en outre, comme je le ferai voir, un rôle important dans les phénomènes qui se passent dans les solutions de sulfate ferrique, quand on les évapore, dans le but d'isoler le sulfate ferrique hydraté.

Préparation du sulfate basique. — On fait une dissolution concentrée de sulfate ferrique en mettant en contact du sulfate anhydre pur avec son poids d'eau; au bout de 24 heures environ le sulfate est complètement dissous et l'on obtient une solution brun foncé. Cette solution, quoique très concentrée, est partiellement hydrolysée et renferme de l'acide libre. Dans le but de séparer l'acide libre, on verse sur la liqueur 4 ou 5 fois son volume d'acétone, on agite quelques instants et l'on abandonne le tout dans un flacon bouché. Les deux liquides ne se mêlent pas et forment deux couches séparées. Au contact de la solution de sulfate l'acétone s'empare peu à peu de l'eau et de l'acide sulfurique libre, et l'on constate en effet que, d'une part, le volume de la solution aqueuse va en diminuant, et que, d'autre part, l'acétone, qui reste incolore, s'enrichit progressivement en acide

sulfurique. Au bout de 2 jours de contact environ, la solution aqueuse commence à se solidifier, en se transformant en une matière solide, blanc jaunâtre, qui en quelques heures se boursoufle et prend l'aspect d'une éponge, occupant un volume très supérieur à celui de la dissolution primitive.

La transformation est alors terminée. On essore le mélange à la trompe, afin de séparer l'acétone de la matière solide. On constate que l'acétone n'a point dissous de sel ferrique, mais uniquement de l'acide sulfurique. La matière solide, qui est pulvérulente, est lavée plusieurs fois avec de l'acétone et abandonnée à l'air.

Composition. — On obtient ainsi une poudre blanc jaunâtre, très soluble dans l'eau, qui est un sulfate basique de composition bien définie. En faisant varier les conditions de la préparation, j'ai toujours trouvé la même composition, soit

Fe^2O^3.......... 1^{mol} SO^3........ $2^{mol},57$

ce qui correspond exactement à la formule

$$6\,[Fe^2O^3,\ 3\,SO^3].\ Fe^2O^3.$$

Ce sulfate basique est hydraté et la composition de l'hydrate conduit à des conclusions intéressantes. Il n'est pas possible de déterminer exactement la richesse en eau de l'hydrate à l'air libre, parce que sa composition varie légèrement avec l'état hygrométrique de l'air. Mais, si l'on étudie sa composition à l'étuve ou dans l'exsiccateur, on arrive à des résultats très nets.

Si on le chauffe à l'étuve à des températures régulièrement croissantes, on constate que, jusque vers 120°, il perd de l'eau assez facilement; mais, au delà de 120°, la perte d'eau devient beaucoup plus lente et beaucoup plus difficile. Il était donc indiqué de déterminer sa composition à 120°.

Maintenue à l'étuve à 120° jusqu'à poids absolument constant, sa composition est la suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Fe^2O^3	1	1
SO^3	2,564	2,57
H^2O	2,56	2,57

La conclusion qui s'impose immédiatement est que, dans ce composé, H^2O est vraisemblablement uni à SO^3, c'est-à-dire que *dans ce sel l'acide existe à l'état de* SO^4H^2 *tout formé.*

Sa composition brute est donc exprimée par :

$$Fe^2O^3, (2,57)\,SO^4H^2,$$

ou en multipliant par 7 :

$$6\,[Fe^2O^3 . 3\,SO^4H^2] . Fe^2O^3.$$

Ceci est confirmé par l'étude de la composition de l'hydrate à l'air sec. Conservé dans un exsiccateur, il perd de l'eau d'abord assez rapidement, puis avec une extrême lenteur. Au bout de 6 mois il a atteint un poids constant. Sa composition est alors :

	Trouvé.	Calculé.
Fe^2O^3	1	1
SO^3	2,56	2,57
H^2O	5,57	5,57

ce qui conduit à la même conclusion relativement à l'existence de SO^4H^2 dans le composé. Sa formule brute est $7\,Fe^2O^3 . 18\,SO^3 . 39\,H^2O$ qu'on peut interpréter vraisemblablement ainsi :

$$6\,[Fe^2(OH)^6\,3SO^4H^2] . Fe^2(OH)^6.$$

Ainsi donc la composition de ce sulfate basique apporte une confirmation aux idées émises par M. Wyrouboff (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 666) sur la constitution des sels des sesquioxydes. Pour M. Wyrouboff, dans un sel *normal*, l'hydrate $R^2(OH)^6$ et l'acide existent intégralement ; l'intégrité des deux molécules est respectée et les deux parties constituantes conservent toutes leurs réactions, mais si l'intégrité est atteinte, si les hydroxyles deviennent matières à échanges, et si la combinaison se forme avec élimination d'une ou plusieurs molécules d'eau, on a, non plus des sels, mais des composés complexes dans lesquels les caractères propres de l'oxyde et de l'acide sont partiellement ou totalement dissimulés.

Il eût été intéressant de pouvoir vérifier ce dernier point sur les deux hydrates du sulfate basique que j'ai décrits. Malheureusement, contrairement à ce qui a lieu pour les composés complexes du

chrome, qui conservent, au moins pendant quelque temps, en dissolution leur existence, ceux du fer sont immédiatement détruits par la dissolution.

On va voir que ce sulfate ferrique basique est intéressant à un autre point de vue et qu'il joue un rôle dans la formation du sulfate ferrique neutre hydraté solide, lorsque celui-ci prend naissance dans l'évaporation de sa dissolution.

II. — Hydrolyse des solutions très concentrées de sulfate ferrique.

Je me propose de décrire dans cette Note des phénomènes assez curieux dont les solutions très concentrées de sulfate ferrique sont le siège. Dans la Note précédente j'ai montré qu'une dissolution concentrée de sulfate ferrique, obtenue en dissolvant le sulfate anhydre dans son poids d'eau, se dédouble complètement quand on la laisse en contact quelques jours avec l'acétone, en acide sulfurique, qui se dissout dans l'acétone, et en sulfate basique solide, blanc jaunâtre, soluble dans l'eau, qui a pour composition $6[Fe^2O^3, 3SO^3]$ Fe^2O^3, Aq.

Mais l'hydrolyse de cette dissolution et la formation du sulfate basique peuvent être constatées directement sans avoir recours à aucun artifice. On enferme cette dissolution très concentrée dans un flacon *bien bouché* et on l'abandonne à la température ordinaire. Au bout d'une dizaine de jours on voit apparaître au fond du flacon un dépôt solide blanc jaunâtre, qui s'accroît d'abord très lentement, puis avec une rapidité croissante, et qui, au bout de 1 mois environ, a envahi la totalité de la liqueur. On a alors une bouillie claire homogène, qui est constituée par le mélange du corps solide pulvérulent et de la liqueur. Si l'on effectue alors la séparation, on constate que le corps solide n'est autre chose que le sulfate basique dont il vient d'être question et que la liqueur est une dissolution de sulfate ferrique renfermant un excès d'acide sulfurique. Dans une dissolution renfermée depuis 2 mois en flacon fermé on a trouvé que le liquide séparé du solide avait pour composition Fe^2O^3, (3,33) SO^3 et que 43 pour 100 du fer étaient à l'état de sulfate basique solide et 57 pour 100 à l'état de sulfate acide dissous.

Ainsi donc une solution très concentrée de sulfate ferrique se dédouble spontanément dans un flacon fermé en sulfate basique solide (quoique soluble) de composition bien déterminée $6[Fe^2O^3, 3SO^3]$ Fe^2O^3, Aq *et en sulfate acide dissous (ou mélange de sulfate neutre et d'acide libre).* Mais ce dédoublement n'est pas instantané ; il est en fonction du temps. La rapidité et la grandeur de ce dédoublement sont grandement influencées par différentes circonstances que je vais examiner.

Influence d'un germe. — J'ai dit que lorsqu'on abandonne la solution concentrée de sulfate ferrique à elle-même, dans un flacon fermé, ce n'est qu'au bout d'une dizaine de jours qu'on voit apparaître les premiers germes du dépôt de sulfate basique. Mais si, après avoir fait la solution de sulfate, on lui ajoute aussitôt quelques germes de sulfate basique, ceux-ci deviennent un centre de développement, et le dépôt solide commence dès le premier jour et s'accroît de jour en jour. *Ainsi le contact du sulfate basique avec la liqueur provoque le dédoublement.* Mais néanmoins ce dédoublement se poursuit avec une grande lenteur, parce que, la liqueur étant sirupeuse, les échanges entre les différentes couches de liquide sont extrêmement lents. C'est ainsi que l'on peut constater que, alors qu'un abondant dépôt de sulfate basique s'est déjà produit, et que par suite la liqueur s'est enrichie notablement en acide sulfurique, la couche supérieure du liquide limpide a conservé sa composition première. Mais si, au lieu d'abandonner la liqueur au repos, on l'agite de temps en temps avec une baguette, de façon à maintenir le dépôt solide en suspension dans la liqueur sirupeuse, alors la formation du sulfate basique est grandement accélérée.

Influence de la concentration de la dissolution. — Les expériences que je viens de relater ont été faites avec des dissolutions renfermant poids égaux de sulfate anhydre et d'eau, c'est-à-dire ayant la composition $Fe^2O^3, 3SO^3, 22H^2O$. *Avec des dissolutions plus concentrées le dédoublement est plus rapide et le dépôt de sulfate basique plus abondant.* Ainsi, si l'on fait une dissolution ayant la composition

$$Fe^2O^3, 3SO^3, 15H^2O,$$

cette solution, en vase fermé, commence à déposer du sulfate basique

au bout de 24 heures, et 12 heures après elle est complètement prise, formant une masse spongieuse humide et molle. Dans ce cas il n'est pas possible de séparer mécaniquement le liquide du solide, mais on y parvient en délayant la matière dans l'alcool absolu, dans lequel le sulfate basique est insoluble. On constate ainsi que 80 pour 100 du fer sont à l'état de sulfate basique solide, et 20 pour 100 à l'état liquide ayant la composition $Fe^2O^3, (4.72) SO^3$. On voit que la proportion de sulfate basique est beaucoup plus abondante, et de plus l'état d'équilibre entre le sulfate basique et la liqueur acide est atteint presque tout de suite. J'ai constaté qu'au bout de 4 mois il est le même qu'au bout de 6 jours. *Au contraire, avec des dissolutions plus étendues, le dépôt de sulfate basique est moins rapide et moins abondant, et il cesse complètement au-dessous d'une certaine concentration.* Ainsi une dissolution ayant la composition

$$Fe^2O^3, 3SO^3, 28H^2O$$

ne donne lieu à aucun dépôt de sulfate basique, quel que soit le temps qu'on la conserve (2 ans).

Influence de la température. — C'est à la température de 20° environ que le dépôt de sulfate basique se produit le plus rapidement. Aux basses températures il est beaucoup plus lent. Ainsi la solution $Fe^2O^3, 3SO^3, 15H^2O$ qui, comme je l'ai dit, se prend en masse au bout de 36 heures à la température de 20°, ne commence à déposer du sulfate basique qu'au bout de 6 jours, à la température de 0°, et la transformation n'est terminée que le dixième jour.

Conclusions. — Toutes ces circonstances qui influent sur la formation du sulfate basique indiquent qu'on ne se trouve pas en présence d'un phénomène d'hydrolyse simple, mais qu'il y a en même temps une transformation moléculaire. On peut s'en rendre compte directement de la façon suivante. Au début, alors qu'il n'y a aucun dépôt de sulfate basique, le sulfate neutre est déjà hydrolysé, car, si l'on agite la solution pendant 1 minute avec de l'acétone et si l'on sépare immédiatement l'acétone de la solution (qui est restée limpide), on constate dans l'acétone la présence de beaucoup d'acide sulfurique (plus des 2/3 de la quantité correspondant à l'hydrolyse totale). Donc, dès le début, la solution de sulfate ferrique renferme une notable

quantité d'acide libre, et par suite du sulfate basique en quantité correspondante. Si celui-ci ne se dépose qu'à la longue, c'est qu'il subit lentement une transformation moléculaire, qui le rend moins soluble. Cette transformation moléculaire est prouvée par le fait que, au début, la liqueur (qui, comme je viens de le montrer, est un mélange d'acide sulfurique libre et de sulfate basique dissous) est instantanément soluble dans l'alcool absolu, employé même en grand excès ; tandis qu'au bout de 1 mois, quand la liqueur a déposé du sulfate basique, l'alcool ne dissout que la partie restée liquide et pas le sulfate basique. Celui-ci, qui, au début, était soluble dans l'alcool, y est donc devenu insoluble.

Les phénomènes que je viens de décrire permettent d'expliquer, comme on va le voir, ce qui se passe quand on évapore les solutions de sulfate ferrique dans le but de préparer le sulfate ferrique hydraté.

III. — Sur le sulfate ferrique hydraté. Transformations moléculaires.

Dans la Note précédente, j'ai montré qu'une solution concentrée de sulfate ferrique, conservée dans un flacon *fermé*, se dédouble spontanément en sulfate basique solide

$$6[Fe^2O^3, 3SO^3] Fe^2O^3, Aq$$

qui se dépose et sulfate acide (ou mélange de sulfate neutre et d'acide sulfurique) qui reste dissous ; et j'ai fait voir que ce phénomène de dédoublement, qui est généralement très lent, est d'autant plus rapide que la solution est plus concentrée et peut même se produire en quelques heures pour de très grandes concentrations.

Évaporation de la dissolution de sulfate ferrique. Sulfate jaune. — Ces faits permettent d'expliquer les résultats que l'on obtient quand on évapore une solution de sulfate ferrique, dans le but de préparer le sulfate ferrique hydraté. Voici quels sont les phénomènes que l'on observe :

Si l'on abandonne à l'air libre une solution concentrée de sulfate ferrique, on voit apparaître au bout de quelques jours au fond de la

liqueur un germe solide. Ce germe, une fois formé, se développe avec une extrême rapidité et, en une demi-journée, toute la liqueur se solidifie sous la forme d'une masse spongieuse, bourgeonnée, jaune safran. Cette matière solide, résultat de l'évaporation de la dissolution de sulfate ferrique, n'est pas, *au moins au début,* du sulfate ferrique. Si, en effet, alors que la matière est encore légèrement humide, on la délaye dans de l'alcool absolu, elle se partage immédiatement en sulfate basique $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq insoluble dans l'alcool et en sulfate acide de composition variable soluble dans l'alcool. Ainsi, dans un échantillon ayant pour composition brute $Fe^2O^3.3SO^3.11H^2O$, le traitement par l'alcool a montré que 89 pour 100 du fer étaient à l'état de sulfate basique solide, le reste à l'état de sulfate acide Fe^2O^3, (6,43) SO^3.

Il est dès lors facile de comprendre ce qui s'est passé pendant l'évaporation. Quand la liqueur a atteint une plus grande concentration, le phénomène de dédoublement dont je parle plus haut s'est produit très rapidement et la liqueur a déposé du sulfate basique en abondance, qui a envahi toute la masse et qui est imprégné par ce qui reste de la dissolution, c'est-à-dire par une liqueur très acide. C'est un mélange et non pas une combinaison.

Mais, si on laisse la matière humide se dessécher à l'air sec, on constate que, lorsqu'elle a atteint la composition $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$, elle n'est plus dédoublée par l'alcool absolu. Le sulfate basique s'est donc alors combiné avec l'acide sulfurique (ou avec le sulfate acide) qui l'imprègne. Ainsi donc, *quand on abandonne une solution de sulfate ferrique à l'évaporation, la solidification se fait en deux phases. Quand la liqueur a acquis une concentration suffisante, elle dépose du sulfate basique* $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq *et elle se prend en quelques heures en une masse bourgeonnée humide qui est un mélange de sulfate basique et d'une liqueur acide; puis la liqueur acide se combine avec le sulfate basique et l'on obtient un produit solide jaune qui a pour composition* $Fe^2O^3, 3SO^3, 9HO$. C'est du moins là la composition de l'ensemble du produit obtenu. Mais il était à prévoir, d'après la façon dont ce composé a pris naissance, qu'il ne doit pas être homogène. Et, en effet, si l'on analyse, non plus la totalité du produit, mais des échantillons pris en différents points de la masse, on constate qu'ils n'ont pas exactement la même composition ; les uns sont un peu basiques, les autres un peu acides. Ainsi donc l'évaporation

spontanée d'une dissolution de sulfate ferrique donne un sulfate hydraté jaune qui n'est pas pur.

Transformation du sulfate jaune en sulfate blanc. — Mais on peut transformer le sulfate jaune en un sulfate isomère blanc qu'on peut obtenir à l'état pur. Ayant observé que certains échantillons de sulfate jaune se transforment parfois spontanément à la longue en un produit absolument blanc, de même composition, j'ai recherché quelles sont les circonstances qui favorisent cette transformation et je suis arrivé au mode opératoire suivant. On laisse évaporer une solution de sulfate ferrique jusqu'à siccité complète et l'on obtient ainsi le sulfate jaune impur dont je viens de parler.

On réduit la *totalité* de cette substance en poudre très fine et on la mélange de façon à avoir un produit bien homogène, qui a la composition brute $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$. On délaye rapidement cette poudre avec un peu d'eau ($12H^2O$), de façon à avoir une bouillie claire qu'on étend avec un pinceau sur une assiette en couche très mince. Au bout de 24 heures, cette couche de peinture est abolument sèche et le produit, qui était jaune safran, est devenu absolument blanc. On constate facilement que ce produit a la même composition dans toutes ses parties, $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$.

Ainsi, *sous l'influence d'une petite quantité d'eau, qui a provoqué, ainsi qu'on le verra plus loin, un dédoublement complet du sulfate jaune, les éléments du sulfate se sont recombinés à nouveau pendant l'évaporation de l'eau, et dans des conditions différentes, en donnant un sulfate blanc, homogène, qui est une variété insomère du sulfate ferrique hydraté.*

Différences de propriétés entre le sulfate jaune et le sulfate blanc. — Ces deux variétés de sulfate, qui ont la même composition, $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$, ont des propriétés très différentes. Le sulfate blanc se dissout assez lentement dans l'eau, tandis que le sulfate jaune y est soluble instantanément.

Le sulfate blanc est soluble sans dédoublement dans l'alcool à 96°. Mais le sulfate jaune est complètement dédoublé en 24 heures en sulfate basique $6 Fe^2O^3, 3SO^3 Fe^2O^3$ insoluble dans l'alcool et en sulfate acide $Fe^2O^3, 4SO^3$ soluble. Ainsi donc, le sulfate jaune se comporte

vis-à-vis de l'alcool à 96° comme une combinaison peu stable de sulfate basique et d'acide ferrosulfurique. Mais les deux sulfates se dissolvent sans dédoublement dans l'alcool absolu.

Si l'on délaye le sulfate jaune avec une petite quantité d'eau ($9H^2O$) et si, au bout d'un quart d'heure, on traite la pâte ainsi obtenue par un excès d'alcool absolu, on constate que le sulfate jaune a été dédoublé par l'eau en sulfate basique insoluble dans l'alcool et en sulfate acide. L'exposition du sulfate jaune à l'air humide produit le même résultat. Le sulfate blanc dans les mêmes conditions n'est pas dédoublé.

Il résulte de ces faits que le sulfate jaune et le sulfate blanc ont une constitution différente. Le sulfate jaune se comporte comme une combinaison assez peu stable de sulfate basique et de sulfate acide, et ceci correspond à son mode de formation; le sulfate blanc est beaucoup plus stable.

Mais ces différences ne persistent pas à l'état de dissolution. Une fois dissous, le sulfate blanc, le sulfate jaune, et aussi le sulfate anhydre se comportent exactement de la même façon. En particulier, les trois dissolutions ont exactement le même abaissement moléculaire de congélation.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS[1]

Par M. E. ROTHÉ,

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences.

Introduction. — On connaît l'élégante méthode imaginée par M. Lippmann pour obtenir des photographies en couleurs : il suffit de verser contre la gélatine d'une plaque sensible, très transparente, du mercure formant miroir, et d'exposer la plaque à la lumière, derrière un objectif photographique, de telle façon que le faisceau lumineux pénètre par le verre, traverse la gélatine et se réfléchisse sur le miroir mercuriel. Après la pose, on développe le cliché comme un cliché ordinaire, on le fixe, on le laisse sécher. Quand la glace est sèche, sa face gélatine, regardée par réflexion, présente des colorations, les images fixées sur la plaque sont colorées.

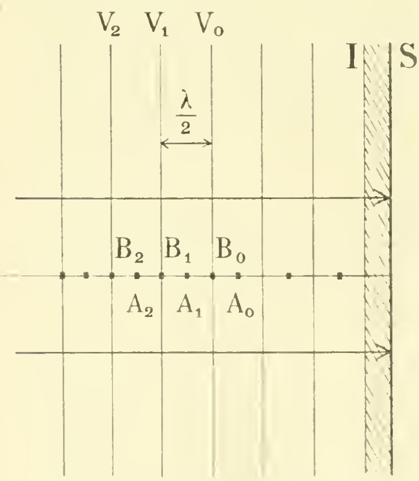
On appelle souvent ces photographies, *photochromies interférentielles,* pour indiquer que les colorations sont dues au phénomène d'interférences ; on sait que les colorations de ces clichés sont dues à la réflexion de la lumière sur le miroir de mercure[2].

---

[1] Communication faite au *Congrès pour l'avancement des sciences*, session de Cherbourg, août 1905.

[2] Voir la théorie dans le *Bulletin de la Société Dauphinoise des Amateurs photographes*, n° 33, p. 7.

J'ai observé, au mois de septembre dernier, que des clichés, obtenus par la méthode de M. Lippmann, changeaient quelquefois de coloration, quand on les frottait légèrement sous un jet d'eau avec un tampon de ouate. On modifie très peu, dans ces conditions, la surface de la gélatine et, puisque les colorations changent, il faut admettre que la partie superficielle du cliché joue un rôle prépondérant dans l'obtention des couleurs. Or, lorsqu'on verse le mercure à la surface du cliché, on ne chasse pas complètement l'air adhérent à la gélatine, on en laisse une mince couche entre la gélatine et le mercure. Il y a donc lieu de considérer trois milieux : la gélatine, l'air et le mercure. A la surface de séparation de la gélatine et de l'air, la lumière subit une première réflexion, peu intense, mais non négligeable ; la réflexion sur le mercure est bien plus intense. C'est elle surtout qui est utilisée dans la méthode de M. Lippmann. J'ai pensé que quelques défauts des clichés pouvaient être attribués à l'existence de la première réflexion et, s'il en était ainsi, on devait pouvoir obtenir des photochromies interférentielles sans mercure, en plaçant seulement dans l'appareil photographique une plaque au gélatino-bromure, bien transparente, le verre tourné vers l'objectif. L'expérience a confirmé ma prévision et prouvé que la lumière se réfléchit sur la surface gélatine air ; des interférences se produisent et on obtient des photochromies interférentielles comme dans la méthode de M. Lippmann.



Différences théoriques entre les deux méthodes. — Soit un point A_0 d'un rayon lumineux normal à un miroir S. Supposons qu'au point A_0 se croisent deux ondes, l'onde d'aller et une onde de retour qui a parcouru un chemin plus long et s'est réfléchie sur le miroir. Admettons qu'au point A_0 les deux mouvements vibratoires, auxquels la particule est soumise, lui communiquent des élongations égales et de sens contraire.

Il est facile de démontrer qu'il existe sur le rayon considéré une

série de points B_0, B_1, B_2 distants de A_0 d'un nombre impair de $\frac{\lambda}{4}$, pour lesquels les élongations sont égales et les mouvements vibratoires s'ajoutent. Il existe aussi des points S_1, S_2... S_n distants de A_0 d'un nombre pair de $\frac{\lambda}{4}$, tels qu'en ces points les élongations se détruisent comme en A_0. Il y a donc sur le rayon lumineux une série de points où la lumière s'accumule, une série de points où il y a au contraire obscurité.

Dans le dispositif de photographie interférentielle, on utilise un faisceau de lumière parallèle qui tombe sur la surface de séparation S de deux milieux.

Tous les points situés dans un plan parallèle à la surface sont dans le même état vibratoire sur chacun des rayons incidents. Il existera donc, en avant de la surface réfléchissante, des plans V_0, V_1... V_n où les lumières incidente et réfléchie s'ajoutent, où par suite il y a accumulation de lumière, des plans N_0, N_1... N_n où il y a obscurité. Si, en avant de S, se trouve de la gélatine sensible, autour des plans V_0, V_1... V_n, il y aura réduction maxima du sel d'argent et formation de plans d'argent métallique.

En N_0, N_1... N_n, il n'y aura pas réduction du sel d'argent. Après fixage à l'hyposulfite, on obtiendra donc à l'intérieur de la gélatine une sorte de stratification, des strates d'argent situées à la distance $\frac{\lambda}{2}$ les unes des autres. On sait qu'un pareil système de plans, produit par une lumière de longueur d'onde λ, ne réfléchit que la radiation de longueur d'onde λ[1]. Mais il se produit aussi une réflexion sur la surface même de la gélatine et, par suite, il existe entre le premier plan d'argent, plan I, et la surface S, une lame mince marquée de hachures sur la figure. Cette lame interviendra dans la production des couleurs par réflexion, quand on regardera le cliché par la face gélatine. Les faisceaux réfléchis sur S et sur I présenteront une différence de marche, variable avec l'épaisseur de cette lame, et la coloration produite par ces faisceaux modifiera la teinte que le système des strates doit régulièrement produire. La position de I dépend de la nature des milieux séparés par S.

---

[1] Voir *loc. cit.*, p. 14.

Premier Cas. — Si la gélatine est appuyée contre un milieu transparent, plus réfringent qu'elle, non seulement le faisceau lumineux réfléchi revient en arrière, mais, en même temps, le sens de la vibration change. Tout se passe comme si la réflexion introduisait une différence de marche de $\frac{\lambda}{2}$. Donc, quel que soit l'état vibratoire, les mouvements se détruisent au voisinage de la surface de séparation. D'après le théorème rappelé plus haut, à la distance $\frac{\lambda}{4}$ de ce plan, il y en aura un autre où les mouvements s'ajoutent. Le premier plan d'argent réduit sera donc à une distance $\frac{\lambda}{4}$ de la surface de séparation, les autres à des distances $\frac{\lambda}{2}$ du précédent.

J'ai essayé, sans espoir d'ailleurs, d'obtenir des couleurs, en exposant des plaques de gélatine transparente sur verre ordinaire, la gélatine recevant la lumière. Les indices de la gélatine et du verre sont si voisins qu'il n'y a pour ainsi dire pas de réflexion, par suite pas de couleurs. J'ai aussi essayé l'emploi des glaces noires, optiquement travaillées, que M. Guebhard a bien voulu mettre à ma disposition ; les résultats n'ont pas été meilleurs.

Deuxième Cas. — *Réflexion sur un miroir métallique.* — Pour obtenir une réflexion intense, M. Lippmann emploie un miroir métallique : le cliché constitue l'une des faces d'une cuve à mercure, le métal liquide s'appuyant contre la gélatine. Le faisceau réfléchi est ainsi très intense et il se forme dans la gélatine un très grand nombre de strates d'argent, plusieurs centaines dans une couche de $0^{mm}.1$ d'épaisseur. L'éclat et la beauté des teintes proviennent du grand nombre des couches déposées. La réflexion sur le miroir métallique introduit une différence de marche que nous ne connaissons pas, mais qui est probablement voisine de $\frac{\lambda}{2}$. Il en résulte que le premier plan d'argent est à une distance de la surface que nous ignorons, probablement voisine de $\frac{\lambda}{4}$, peut-être un peu plus grande. Quand on regarde la photographie d'un spectre du côté verre, on voit des couleurs *très vraies et très brillantes ;* la lumière est suffisamment absorbée par la gélatine et les plans d'argent pour que la réflexion sur les

premiers plans d'argent, côté verre, intervienne seule. La lame mince I S n'intervient pas. Au contraire, si on regarde par la surface gélatine, cette première lame ne peut réfléchir qu'une radiation dont la longueur d'onde est très différente de celle de la lumière incidente, à peu près moitié. La couleur observée est la résultante de cette radiation parasite réfléchie par la première lame et de la radiation de longueur d'onde λ, réfléchie par les lames intérieures. Cette lumière parasite est loin d'être négligeable, car ce sont les lames d'argent les plus voisines de la surface, la première surtout, qui sont très réfléchissantes. Ainsi, la photographie d'un spectre, observée du côté gélatine, offre les teintes suivantes : bleu foncé, carmin, gris vert, au lieu de rouge orangé, vert, violet.

Conformément au raisonnement ci-dessus, le bleu foncé a une longueur d'onde un peu plus grande que le $\frac{\lambda}{2}$ du rouge extrême. Il est donc indispensable, pour observer les couleurs avec leur vraie teinte, d'éliminer l'effet de la première lame. C'est ce que fait M. Lippmann, en collant sur l'épreuve, avec du baume de Canada, une lame épaisse de verre ; les trois milieux, verre, baume et gélatine, ont sensiblement le même indice. Il n'y a pas de réflexion à la surface de séparation de deux milieux de même indice. La réflexion sur la gélatine est donc évitée et la première lame n'intervient pas.

Si, en outre, on taille la lame en biseau, de façon à former une sorte de prisme d'angle très aigu, 10° environ, on évitera de plus la réflexion de la lumière sur la face d'entrée du verre. Cette lumière sera renvoyée par côté et l'épreuve se trouvera ainsi dans d'excellentes conditions de visibilité. Cette précaution est indispensable dans le cas où on cherche à photographier des objets colorés, car les colorations fournies par la lumière diffusée ne sont visibles que du côté gélatine et il est indispensable de les observer sous le prisme de verre.

Troisième Cas. — *Réflexion sur un milieu moins réfringent que la gélatine.* — La réflexion de la lumière sur la surface de séparation doit se faire, dans ce cas, sans que la vibration change de sens, sans qu'il y ait de différence de marche introduite. Il est donc probable, ce que je me propose de vérifier directement par l'expérience, qu'à la surface même de la gélatine, on trouve un plan d'argent : le second plan

se trouve à la distance $\frac{\lambda}{2}$ de celui-ci et, par suite, la première lame mince a bien l'épaisseur convenable $\frac{\lambda}{2}$. Les couleurs regardées par la face gélatine doivent être correctes et, en effet, on n'aperçoit ni le bleu, ni le carmin des spectres obtenus avec le miroir de mercure. Pourtant, les teintes sont toujours lavées de blanc à cause de la réflexion de la lumière sur la gélatine, et il est bon, comme dans la méthode précédente, de coller un prisme sur la surface, à l'aide de baume de Canada[1]. On est donc ainsi conduit à une méthode extrêmement simple de photographie des couleurs, puisqu'il suffit de placer la plaque sensible transparente dans un appareil quelconque, en prenant simplement la précaution de tourner le verre vers l'objectif, la face gélatine en arrière.

Il suffit donc d'avoir à sa disposition des plaques sensibles transparentes, là est toute la difficulté et la méthode interférentielle, avec ou sans mercure, n'entrera certainement dans la pratique que lorsque des fabricants livreront au commerce des plaques spéciales.

Préparation des plaques transparentes. — J'ai employé, pour la préparation de mes plaques, la formule utilisée déjà par MM. Goddé, Lippmann et Lumière. On fait dissoudre 5 grammes de gélatine propre et dure, de la gélatine Drescher ou Coignet, dans 100 grammes d'eau distillée, en chauffant modérément au bain-marie. Il est bon de ne prendre dans les feuilles de gélatine que la partie centrale, en évitant les bords qui ont une consistance différente. Lorsque la dissolution est complète, on ajoute 0 gr. 53 de bromure de potassium et on porte à l'obscurité, puis quand la température est inférieure à 40°, on verse 0 gr. 75 d'azotate d'argent très pur, finement pulvérisé et conservé à l'abri de la lumière. On agite deux minutes avec un thermomètre pour rendre la masse homogène, tout en s'assurant que la température ne dépasse pas 40°. Cette condition est essentielle : on coulera l'émulsion au-dessous de 40° sur des plaques de verre propres et tièdes. Avant de couler les plaques, on a ajouté les substances

---

[1] Au congrès de Cherbourg toutes les démonstrations ont été accompagnées de la présentation de clichés qu'il est malheureusement impossible de reproduire.

panchromatisantes et filtré sur du coton de verre dans un entonnoir à filtrations chaudes. L'émulsion est recueillie dans une fiole à goulot étroit, pour qu'elle soit moins exposée aux poussières de l'air. On la fait couler le long des parois au fond de la fiole, à l'aide d'un entonnoir, pour éviter les bulles d'air. On coule ensuite le gélatino-bromure, comme le collodion, en versant la solution dans un angle de la plaque de verre et l'inclinant successivement de tous les côtés. En été, la solution se maintient suffisamment fluide, pour qu'on puisse couler les plaques à la température ordinaire. En hiver, il faut, au contraire, chauffer l'émulsion au bain-marie, la température ne dépassant pas 40°. Les fourneaux électriques Parvillée sont d'un emploi très commode dans la chambre noire.

Quand la gélatine est bien prise, sans attendre que les plaques soient sèches, on les lave une demi-heure dans l'eau courante, puis on les met sécher à l'obscurité.

La sensibilité de ces plaques est à peu près nulle aussitôt après leur préparation. On ne peut commencer les essais que deux ou trois jours après, et même alors les plaques exigent des poses d'une demi-heure au soleil. Les quantités de produits sensibles sont en effet très faibles, et il est impossible de les augmenter si on veut que les plaques restent transparentes, condition indispensable dans la méthode interférentielle. On peut heureusement augmenter notablement la sensibilité en plongeant les plaques, quelques heures avant l'usage, dans une solution d'azotate d'argent dans l'eau ou dans l'alcool.

Eau ou alcool.......	100^{gr}
Azotate d'argent.....	$0^{gr},5$
Acide acétique......	$0^{cmc},5$

Après cette opération, les plaques sont bien impressionnées au soleil en deux minutes environ ; quelquefois même la pose peut être réduite à trente secondes.

Photographie du spectre de l'arc électrique. — J'ai indiqué moi-même, dans ma communication à l'Académie, les critiques qui peuvent être adressées à la méthode précédente : les couleurs sont moins vives que dans le procédé Lippmann. On peut juger cependant de leur intensité par les résultats obtenus et reconnaître qu'elles sont déjà très visibles et peu métalliques. La plupart des physiciens qui

ont vu mes premiers résultats ne s'attendaient pas à un aussi grand éclat. De plus, les teintes sont en général très vraies. Dans ma note, j'ai également appelé l'attention sur ce point que le rouge n'apparaissait quelquefois qu'avec une teinte orangée. Je suis aujourd'hui en mesure d'indiquer la cause de cette perturbation et le moyen de l'éviter. Au cours de ces recherches, qui remontent à plusieurs mois, j'ai été aidé par M. G. Perrin, préparateur de mon laboratoire, à qui je suis heureux d'adresser ici mes remerciements pour son concours aussi habile que dévoué. Nos essais ont porté jusqu'ici presque exclusivement sur le spectre de l'arc électrique, bien que nous ayons aussi photographié quelques oiseaux colorés. Nous reviendrons plus tard sur les conditions exigées pour la reproduction des objets ou des paysages.

Panchromatisme des plaques. — Après avoir essayé quelques sensibilisateurs simples, tels que la cyanine, le rouge glycin, le vert malachite, le violet d'éthyle et le pinachrome, je me suis arrêté à la formule suivante qui m'a semblé donner les couleurs les plus justes.

A 100 centimètres cubes d'émulsion on ajoute :

3 centim. cub. d'une solution alcoolique de cyanine au $\frac{1}{500}$

10 centim. cub. d'une solution alcoolique rouge glycin à saturation au . . . . $\frac{1}{500}$

2 centim. cub. de vert malachite au . . . . $\frac{1}{500}$

En comparant les clichés obtenus avec cette émulsion à ceux que l'on obtient dans des conditions identiques de pose et de développement sans vert malachite, on voit l'avantage de l'introduction d'une petite quantité de cette dernière substance.

Épaisseur de la gélatine. — L'épaisseur de la gélatine est très importante pour l'obtention de beaux résultats :

1° Si l'épaisseur est faible, de l'ordre de quelques microns, il y a peu de strates d'argent. L'effet de la première lame devient prépondérant et les couleurs ne sont plus vraies. Il n'y a presque pas de rouge, quand on regarde directement le cliché, et la pose du prisme ne fait

pas apparaître le rouge. Les autres couleurs semblent aussi reculer vers le violet. Il est évident que l'effet perturbateur doit se faire sentir surtout pour le rouge : les strates d'argent sont plus espacées pour cette couleur que pour toute autre et par suite en moins grand nombre. Une plaque tournée rapidement sur la tournette, pour étendre la gélatine en couche mince, peut donner de belles couleurs du bleu au violet, mais presque pas de rouge.

2° La lame étant très mince, la lumière traverse toute l'épaisseur de la gélatine. Or il y a forcément des défauts au contact du verre qui peut ne pas être tout à fait plan. Pendant la coulée, on emprisonne entre la glace et la gélatine de minces couches d'air qui donnent des colorations propres. En regardant du côté verre, on aperçoit nettement sur tous les clichés des franges d'anneaux de Newton. L'existence de ces franges empêche d'observer le spectre du côté verre, ce qui serait beaucoup plus commode. Si la gélatine est très mince, même après développement, on aperçoit ces franges, par transparence, en regardant du côté gélatine et le spectre est gâté. De plus, il est bon de recouvrir le dos du cliché d'un vernis noir pour éliminer la lumière blanche transmise à travers la plaque. Si la gélatine est trop mince, le vernis visible à travers la plaque assombrit le spectre et le cliché présente tous les défauts précédents.

En mettant le vernis on change totalement l'aspect de la plaque. Au contraire, si celle-ci est épaisse, que l'on mette du vernis ou non, l'aspect et les couleurs restent identiques. Il faut donc non seulement des plaques à la malachite, mais encore des plaques présentant une épaisseur notable. J'ai donc été conduit à étudier systématiquement l'épaisseur des plaques que j'employais. Pour cela, j'ai coulé l'émulsion sur des glaces de Saint-Gobain bien planes et d'épaisseur uniforme et ai enlevé la pellicule de gélatine sur la moitié de la glace. Puis, j'ai mesuré la différence d'épaisseur entre la glace libre et la glace recouverte de gélatine par la méthode des miroirs de Jamin. Les glaces avaient une épaisseur assez uniforme pour que, en les introduisant sur le faisceau lumineux, on ne fît varier les franges que de quatre à cinq rangs. J'ai alors constaté que les pellicules coulées à 40° et tournées à la tournette, au maximum de vitesse, n'introduisaient qu'une différence de marche de 7 franges du jaune. Ces plaques présentent déjà, avant tout traitement, des colorations de lames minces. Elles sont impropres à la photographie des couleurs.

Comme on devait s'y attendre, à mesure qu'on diminue la vitesse de la tournette, le nombre des franges et par suite aussi l'épaisseur augmentent. On obtient 20 franges environ pour des plaques coulées à 40° et non tournées. Ces plaques montrent cependant encore quelques colorations de lames minces par réflexion. Si on coule à la température ordinaire, 24° sans tourner, le nombre des franges dépasse 30. L'indice n de la gélatine étant 1,5 environ, l'épaisseur donnée par la relation

$$e = \frac{p\lambda}{n-1} = \frac{30 \times 0^{\mu},58}{0,5} = 60 \times 0^{\mu},58$$

est comprise entre $0^{mm},03$ et $0^{mm},04$. Ce sont les plaques de cette épaisseur qui m'ont semblé donner les meilleurs résultats. Plus minces, elles présentent tous les inconvénients que j'ai énumérés plus haut. J'ai malheureusement observé qu'il est très difficile de donner toujours la même épaisseur à la couche de gélatine.

Traitement des plaques et développement. — Tous les développements ne conviennent pas également bien. La qualité et l'éclat des couleurs dépendent beaucoup de la nature du révélateur. Celui qui jusqu'à présent m'a paru le mieux approprié est un révélateur étendu à l'acide pyrogallique dont la formule a été indiquée par MM. Lumière.

Solution A.	Eau distillée	100^{gr}
	Acide pyrogallique....	1^{gr}
Solution B.	Eau distillée	100^{gr}
	Bromure de potassium.	10^{gr}
Solution C.	Ammoniaque de densité 0.960 à 15°.	

A 70 centimètres cubes d'eau distillée, on ajoute 10 centimètres cubes de A, 15 de B et 5 de C.

Il est nécessaire de préparer avec soin la solution ammoniacale, car les couleurs dépendent beaucoup de la concentration en ammoniaque. Le bain ainsi préparé ne peut servir que pour le developpement d'un cliché par suite de l'évaporation rapide de l'ammoniaque. On peut aussi utiliser le révélateur à l'amidol qui réussit parfaitement

bien, dans le cas où on emploie un miroir de mercure, mais qui donne des couleurs moins éclatantes que l'acide pyrogallique.

Eau	200 gr
Sulfite de soude anhydre.	10 gr
Amidol.	1 gr

Renforcement. — Si les clichés ne sont pas assez intenses et ont besoin d'être renforcés, on se gardera de renforcer à l'ammoniaque qui empâterait les strates. On trempe dans du bichlorure de mercure et, après lavage d'une demi-heure, on renforce avec le bain d'amidol précédent. Cette opération n'est utile que pour la photographie des objets.

Fixage. — Pour fixer, on utilise un bain d'hyposulfite de soude à 150 grammes par litre. Des lavages d'une demi-heure sont en tous cas suffisants, car jamais les plaques employées ne sont aussi épaisses que celles du commerce.

Pose. — La pose doit être très juste et on ne peut, en général, corriger un défaut de pose par le développement. En effet, si on pousse le développement, il apparaît à la surface un véritable miroir d'argent qui masque les couleurs.

Traitement à l'alcool argentique. — Ce miroir se produit d'autant plus facilement que la plaque a séjourné plus longtemps dans l'alcool argentique. En général, nous ne plongeons la plaque dans l'alcool à 5 °/₀ que pendant cinq secondes. Dès qu'elle est sortie du bain, on la tient inclinée pour laisser écouler l'excès d'alcool, puis on la pose debout, successivement sur les quatre côtés, sur du papier buvard. On évite par ce moyen qu'il se forme une épaisseur de liquide qui rend la plaque plus sensible dans certaines parties, puis on agite à l'air en secouant la plaque quelques minutes dans la main. Si on ne prend pas ces précautions, il n'est pas rare de voir se former dans la gélatine de véritables failles séparant des surfaces dont la sensibilité est très différente. On peut aussi traiter les clichés à l'eau argentique, mais les clichés sèchent lentement et n'atteignent que difficilement la sensibilité maxima. En été, il est bon d'employer l'eau argentique, car

en temps ordinaire les plaques à l'alcool n'ont leur sensibilité maxima qu'au bout de quatre heures. Huit heures après la préparation, elles sont complètement perdues. En été, elles s'abîment plus vite. Par les grandes chaleurs du mois de juillet, 30° à l'ombre, je n'ai pas pu réussir à sensibiliser convenablement les plaques à l'alcool argentique. Elles présentaient un voile uniforme. Il faut, en tous cas, se garder de filtrer la solution argentique autrement que sur du coton de verre ou de l'amiante. Les solutions filtrées sur papier fournissent sur la gélatine de véritables miroirs d'argent.

A ce point de vue même, la durée de pose a aussi une influence capitale. J'ai dit, plus haut, qu'elle devait être très juste. Pour que les couleurs soient belles, le cliché doit être légèrement surexposé. Développé à l'acide pyrogallique, il apparaît par transparence d'un jaune d'or si la plaque est mince, jaune brun si elle est épaisse. Si la pose est exagérée, on tend vers une sorte d'effacement avant d'obtenir le positif direct. Dans ces conditions, le dépôt d'argent est si transparent qu'on retrouve les mêmes inconvénients qu'avec une lame mince. Quand on met du vernis derrière la plaque, on assombrit les couleurs et on change l'aspect du spectre. Il vaut mieux alors placer derrière le verre un papier blanc.

L'excès de pose nuit aussi beaucoup à la perfection du rouge et ici se présente une grande difficulté. Les plaques ne sont pas rigoureusement panchromatiques. Les substances qui sensibilisent pour le rouge, le jaune et le vert, semblent en général détruire la sensibilité pour le violet.

Le violet est toujours en retard sur les autres couleurs. Le vert malachite cependant augmente un peu le violet en même temps que le rouge et c'est pourquoi l'addition de petites quantités de vert malachite rend le panchromatisme plus parfait. Le violet apparaît alors au développement en même temps que le rouge. Au contraire, dans les plaques qui ne sont pas panchromatiques, on sacrifie une couleur au profit des autres.

On voit quelle est la complexité des phénomènes présentés par ces clichés. Déjà pour reproduire les radiations spectrales simples, plusieurs conditions sont nécessaires :

1° Il faut des plaques panchromatiques ;

2° Une épaisseur de gélatine supérieure à $0^{mm},03$;

3° Des précautions spéciales dans le traitement à l'azotate d'argent ;

4° Une pose juste :
5° Un développement léger.

Je crois pouvoir affirmer qu'en suivant les indications qui précèdent, les physiciens obtiendront facilement des photographies de spectres de l'arc électrique en une seule pose de six minutes environ. J'ai insisté beaucoup sur les détails du traitement et les causes d'échecs : tous ceux qui se sont occupés de photographie interférentielle savent que c'est dans la fabrication et le traitement des plaques que réside toute la difficulté.

NOTES PRÉLIMINAIRES

SUR LA

STRATIGRAPHIE DU CRÉTACÉ MOYEN

Par M. Charles JACOB,

Préparateur de Géologie à la Faculté des Sciences.

A la suite des beaux travaux de Ch. Lory, de MM. Leenhardt, Kilian, Haug, Sayn, Paquier et P. Lory, pour ne citer que les principaux et les plus proches de nous, la stratigraphie de la partie inférieure des terrains crétacés est arrivée, pour le Sud-Est de la France, à un haut degré de précision. Les étages ont été divisés en zones successives, caractérisées par des faunes d'Ammonites qui les datent ; et, pour les différents horizons, on a pu donner des esquisses paléogéographiques traduisant l'état de notre pays vers cette époque.

En revanche, après le niveau des marnes aptiennes, les vues d'ensemble actuellement adoptées sont sujettes à caution. On ne connaît plus, au moins dans le Sud-Est de la France, d'horizons bien distincts. On parle communément d'Aptien supérieur, d'Albien ou de Gault et de Cénomanien ; mais l'accord est loin d'être fait sur la valeur précise et sur les limites à assigner à ces étages ; lorsqu'on y touche ou même simplement lorsqu'on en parle, de vives contestations de sens divers ne tardent pas à s'élever, qui montrent bien que la stratigraphie du crétacé moyen est à reprendre méthodiquement.

J'ai entrepris, pour ma part, l'étude de la partie moyenne des

terrains crétacés dans la région des Alpes Françaises et l'on trouvera consignés dans cet article, en attendant mieux, quelques premiers résultats de mes travaux. Ils ont déjà figuré ailleurs ; mais il ne sera peut-être pas inutile de les grouper ici à nouveau, d'autant qu'il faut y faire quelques retouches de détail, dues à de nouvelles recherches.

Un premier point était à préciser : l'âge de la faune de Clansayes. Rangée communément dans l'Albien, cette faune présente des espèces spéciales ; quelques auteurs, à juste titre, y ont vu les éléments d'une faune de transition entre l'Aptien et l'Albien, tandis que d'autres, et non des moins autorisés, ont persisté à la synchroniser avec l'Albien. L'étude de cette question fera l'objet d'un premier chapitre.

L'âge des couches désignées par Ch. Lory sous le nom de *Marnes supérieures à orbitolines* dans les montagnes du Vercors et de Rencurel est également encore indécis. J'examinerai brièvement, dans un deuxième chapitre, ce que me permet d'en dire l'exploration détaillée des points fossilifères de ces assises célèbres.

Enfin, j'ai cherché à mettre à l'épreuve d'une comparaison avec les Alpes Suisses les distinctions stratigraphiques entrevues dans le Sud-Est de la France. J'en ai trouvé l'occasion dans une excursion faite en septembre dernier avec la Société Helvétique des Sciences Naturelles sur les bords du lac des Quatre-Cantons. Dans un dernier chapitre, j'exposerai ce que j'ai pu noter dans la partie centrale des chaînes suisses, dites à facies helvétique, avec l'aide obligeante des savants qui en ont repris l'étude récemment.

Les Ammonites et l'horizon stratigraphique du gisement de Clansayes [1].

En 1904, j'ai eu l'occasion d'indiquer, dans une séance de la Société géologique de France [2], que la faune de Clansayes « représente probablement, avec un caractère détritique très marqué, un horizon supérieur à la zone à *Am. furcatus* et inférieur à l'*Albien* classique des auteurs français, en particulier inférieur à la zone à *Am. mamillatus* de M. Ch. Barrois ». A la suite de cette communication, M. Henri Douvillé a fait remarquer qu'à plusieurs reprises, il avait insisté sur l'âge relativement ancien de la faune de Clansayes, qui « a tous les caractères d'une faune de passage ». En revanche, M. A. Toucas et, à la séance suivante, M. A. de Grossouvre ont déclaré qu'il fallait ranger franchement la faune de Clansayes dans l'Albien [3].

De nouvelles recherches poursuivies depuis, non seulement sur la question spéciale de Clansayes, mais plus généralement sur les terrains crétacés moyens, qui font l'objet de mes études dans les chaînes subalpines françaises, ont entièrement confirmé l'opinion émise en 1904. A ne considérer que les Ammonites, que j'ai seules examinées en détail, la faune de Clansayes présente bien tous les caractères d'une faune de passage. De plus, soit en consultant les travaux antérieurs, soit par des études directes sur le terrain, j'ai pu voir que cette

---

[1] Ce chapitre est la reproduction, moins une partie exclusivement paléontologique qui a été supprimée, d'une note antérieure : Ch. Jacob. Étude sur les Ammonites et l'horizon stratigraphique de Clansayes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 5e série, t. V, 1905, p. 399. On trouvera cependant ici relativement aux deux facies des marnes aptiennes et aux dépôts du Vercors quelques résultats nouveaux.

[2] Ch. Jacob. Sur l'âge des couches à phosphates de Clansayes, près de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme). *B. S. G. F.*, 4e série, t. IV, 1904, p. 517.

[3] M. Toucas m'a objecté la position de la faune de Clansayes dans la colline du Teil (Ardèche) ; M. A. de Grossouvre (*B. S. G. F.*, 4e série, t. IV, 1904, p. 650), l'existence à Clansayes de formes nettement albiennes : *Douvilleiceras mamillatum*, *Desmoceras Beudanti*, *Sonneratia* nov. sp.

faune se retrouve en de nombreux points du Dauphiné ; et, dans toutes les coupes examinées jusqu'ici, la stratigraphie s'accorde parfaitement avec les résultats paléontologiques, pour montrer qu'il y a, entre l'Aptien supérieur franc, tel qu'on l'a décrit jusqu'ici dans le Sud-Est, et l'Albien, un horizon constant et nouveau. La présente note est une contribution à l'étude de ce niveau.

Je donnerai tout d'abord une liste des Ammonites de Clansayes, que j'ai pu recueillir moi-même ou qui m'ont été communiquées [1]. Cette première partie du travail m'amènera à indiquer dans les principaux groupes les relations qui paraissent exister entre les Ammonites de l'Aptien supérieur, du niveau de Clansayes et de l'Albien inférieur.

Une deuxième partie, stratigraphique, comprendra l'examen des principaux points du Sud-Est de la France, où l'on peut reconnaître la présence du nouvel horizon, dont l'existence se trouvera ainsi justifiée à la fois par des considérations d'ordre paléontologique et d'ordre stratigraphique [2].

---

[1] On peut recueillir aux environs de Clansayes et l'on a surtout recueilli autrefois, lors de l'exploitation des phosphates aujourd'hui abandonnée, des fossiles dans trois gisements. Un peu à l'Est du village dans les ravins de Gaspardon, ils se présentent sous l'aspect de débris phosphatés brun roux et très durs ; dans la colline du Venterol ils ont des teintes plus claires et sont gréseux. Enfin, à Chanabasset, dans la seule exploitation aujourd'hui subsistante, on trouve des fossiles beaucoup plus faciles à dégager de la gangue qui les accompagne. Dans les trois gisements, le groupe des Ammonites présente les mêmes espèces avec la même fréquence ; il n'y a donc pas lieu de les séparer dans une étude paléontologique.

[2] La faune de Clansayes a été rapportée presque par tous les auteurs, en particulier par d'Orbigny, Reynès, Ch. Lory, Hébert, par MM. Toucas, Fallot, Kilian et Leenhardt, etc., au terrain albien, dans lequel on n'a guère considéré jusqu'ici dans le Sud-Est d'horizons bien distincts. Cependant, déjà en 1861, Pictet (Terrains crétacés de Sainte-Croix, 2e partie, p. 494, à propos de *Turbo Martinianus* d'Orb.) a signalé les caractères intermédiaires de la faune de Clansayes. M. Seunes (Note sur quelques Ammonites du Gault. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XV, p. 570) fait, en 1887, les mêmes remarques. Mais ces courtes observations, de même que celles de M. Douvillé, n'ont pas empêché les auteurs de confondre, depuis, la faune de Clansayes avec celle de l'Albien.

I

D'après les collections que j'ai étudiées, c'est-à-dire celles de l'Université et du Muséum de Grenoble et celles de MM. Peron et A. Gevrey, on peut reconnaître à Clansayes l'existence des formes suivantes :

1. *Tetragonites Duvalianus* d'Orb. sp.
2. *Phylloceras Guettardi* Rasp. sp. in d'Orb.
3. *Phylloceras Velledæ* Mich. sp. in d'Orb.
4. *Phylloceras* sp. cf. *Velledæ* Mich. sp.
5. *Puzosia Mayoriana* d'Orb. sp.
6. *Desmoceras falcistriatum* Anthula.
7. *Desm. akuschaense* Anth.
8. *Desm. clansayense* Jacob[1].
9. *Desm. Toucasi* Jacob.
10. *Parahoplites Nolani* Seunes sp.
11. *Parah.* sp. cf. *Nolani* Seunes sp.
12. *Parah. Grossouvrei* Jacob.
13. *Parah. Milletianus* d'Orb. sp. var. *Peroni* Jacob.
14. *Parah. Bigoti* Seunes. sp.
15. *Douvilleiceras Martinii* d'Orb. sp. var. *orientalis* Jacob.
16. *Douv. clansayense* Jacob.
17. *Douv. Bigoureti* Seunes sp.
18. *Douv. Bigoureti* Seunes sp. var. *Seunesi* Jacob.
19. *Douv. Bergeroni* Seunes sp.
20. *Douv. nodosocostatum* d'Orb. sp.
21. *Douv. Migneni* Seunes sp.

Cette liste est intéressante à plusieurs titres, et il convient d'attirer l'attention sur les renseignements stratigraphiques et paléontologiques que donnent ses différents éléments.

---

[1] Les espèces et les variétés qui me sont personnelles dans cette liste ont été décrites et figurées dans la note citée plus haut : Ch. Jacob. Ammonites de Clansayes.

Les deux espèces, *Tetragonites Duvalianus* d'Orb. sp. et *Phylloceras Guettardi* Rasp. sp., sont considérées comme caractéristiques de l'Aptien supérieur ; en revanche, *Phyll. Velledæ* Mich. sp. se rencontre plutôt dans l'Albien. La réunion de ces trois Ammonites dans le même gisement donne à celui-ci des caractères intermédiaires.

La considération des *Desmoceras* de Clansayes conduit à la même conclusion. On y trouve *Puzosias Mayoriana* d'Orb. sp., forme du Gault, mais aussi des espèces spéciales : *Desm. akuschaense* Anth., *Desm. falcistriatum* Anth., *Desm. clansayense* nov. sp., *Desm. Toucasi* nov. sp. Les deux espèces, *Desm. akuschaense*, du groupe de *D. latidorsatum* Mich. sp. et *Desm. falcistriatum*, mutation de *Desm. Emerici* Rasp. sp., n'avaient été signalées jusqu'ici que dans l'Aptien du Caucase septentrional. Les deux autres sont nouvelles ; elles se rangent nettement dans le groupe de *Desm. Melchioris* Tietze sp.[1] ; *Desm. clansayense* avec ses côtes flexueuses, avec des bourrelets et des constrictions surtout marquées sur le bord externe, succède à des formes inédites de l'Aptien supérieur d'Hyèges et de Vergons (Basses-Alpes) qui montrent une tendance à cette ornementation ; elle rappelle certaines formes inédites du Gault de la Balme de Rencurel (Isère), qui précèdent *Desmoceras Stoliczkai* Kossmat sp. du Gault supérieur ou du Cénomanien de l'Inde. *Desm. Toucasi*, à tours plus épais et plus embrassants que dans les espèces précédentes, se relie également à des formes aptiennes et à un *Desmoceras* inédit du Gault de la Balme de Rencurel[2].

Le genre *Parahoplites* Anth. emend. Jacob[3] continue à être bien

---

[1] Voir l'étude des formes barrémiennes du genre *Haploceras* Neum. : Uhlig. Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten. Wien., 1883, p. 100, et pour le genre *Desmoceras*. Zittel (= *Haploceras* pars) : Zittel. Handbuch der Paleontologie.

[2] On est malheureusement dans l'obligation, lorsqu'on parle d'Ammonites aptiennes et même albiennes du Sud-Est de la France, de mentionner des espèces inédites. Le groupe des *Desmoceras* en particulier y est très riche en formes non encore décrites, qui se relient intimement à celles dont nous parlons. Si on possède d'importants ouvrages sur les faunes successives de Céphalopodes néocomiens, on est en revanche presque dépourvu au point de vue bibliographique, dès qu'on atteint l'Aptien et le Gault. En ce qui concerne l'Albien, je prépare un travail sur les Ammonites des Prés et de la Balme de Rencurel (Isère), dans le but de contribuer à mieux faire connaître la faune de ce terrain.

[3] Voir la discussion du genre *Parahoplites* dans la note citée.

représenté au niveau de Clansayes. Il est distinct déjà dans l'Hauterivien supérieur avec les formes voisines de l'*Am. angulicostatus* d'Orb. Dès ce niveau, on constate la coexistence dans le groupe de formes à côtes simplement flexueuses et de formes à côtes plus ou moins droites, légèrement bituberculées de deux en deux ou de trois en trois. Cette double tendance se retrouve dans l'Aptien chez les formes du groupe de l'*Am. crassicostatus* d'Orb. et de l'*Am. gargasensis* d'Orb. A Clansayes il y a lieu de signaler tout un épanouissement du genre; *Parah. Nolani* Seunes sp. et *Parah. Grossouvrei* Jacob réalisent un mode flexueux comparable à celui de *Parah. angulicostatus* d'Orb. type. Au mode bituberculé se rattache le *Parah. Bigoti* Seunes sp., dont le jeune est identique à *P. gargasensis* d'Orb. sp. des marnes aptiennes, mais dont l'adulte est plus aplati et présente des côtes flexueuses. Le groupe de l'*Am. crassicostatus* d'Orb., plus particulièrement une variété de cette espèce, se continue par les précurseurs de *Parah. Milletianus* d'Orb. sp. dont la forme type est atteinte dans le niveau inférieur de l'Albien.

Comme le précédent, le genre *Douvilleiceras* de Gross. est représenté à Clansayes; il y offre un développement particulier et très caractéristique: on y peut reconnaître trois groupes principaux : le groupe de *Douv. Martinii* d'Orb. sp., celui de *Douv. Bigoureti* Seunes sp. et celui de *Douv. nodosocostatum* d'Orb. sp.

Le *Douv. Martinii* montre encore une variété déjà abondante dans les marnes aptiennes d'Hyèges et de Vergons (Basses-Alpes), mais la forme la plus typique de Clansayes est plus fortement ornementée et a des caractères plus évolués que cette première espèce. Généralement confondue avec *Douv. mamillatum* Schl. sp., elle doit en être séparée et constitue un des chaînons qui unit cette dernière forme à *Douv. Martinii*. Je lui ai donné le nom de *Douv. clansayense* Jacob. Dans cette série, en même temps que les tubercules s'accentuent, la cloison prend un caractère qui est très accusé dans le *Douv. mamillatum* Schloth. sp : la première selle latérale diminue beaucoup d'importance par rapport aux autres, en particulier par rapport à la selle externe.

Les *Am. Bigoureti* Seunes et *Am. Bergeroni* Seunes, très caractéristiques de la faune qui nous occupe, sont, ainsi que nous l'avons vu, des *Douvilleiceras* typiques, dont le jeune est inséparable de *Douv. Cornuelianum* d'Orb. sp.

Douv. nodosocostatum d'Orb. sp. et ses nombreuses variétés, parmi lesquelles une forme distinguée par M. Seunes : *Douv. Migneni*. sont également très abondantes à Clansayes.

Dans ces deux derniers groupes, l'ornementation *Douvilleiceras* reconnue chez le jeune s'atténue dans l'adulte ; toutes ces formes prennent avec l'âge des côtes flexueuses, qui peuvent les faire confondre avec des *Parahoplites* ; ils sont très difficiles à déterminer lorsqu'on n'a que des tours âgés, d'autant plus que la cloison est plus profondément divisée que dans le *Douvilleiceras* primitif et change de caractère.

En somme, la faune des Ammonites de Clansayes est spéciale ; elle se distingue nettement de celles de l'Aptien supérieur et du Gault inférieur ; elle a des caractères intermédiaires entre elles et comble dans quelques groupes les lacunes qui séparent ces deux horizons. Avec des formes de passage, telles que *Douv. clansayense* Jacob et des *Desmoceras* spéciaux, les formes les plus caractéristiques sont des *Parahoplites* et tout un groupe de *Douvilleiceras* à côtes non tuberculées et souvent flexueuses dans l'adulte.

M. Anthula a étudié une faune très analogue dans les couches à géodes du gisement d'Akuscha du Caucase septentrional, où il a décrit deux *Desmoceras*, que nous avons retrouvés à Clansayes, et de nombreux *Parahoplites*, qui présentent des variations et une richesse de formes comparables à celle des *Parahoplites* étudiées plus haut. Malheureusement, les données stratigraphiques du mémoire de M. Anthula semblent un peu incertaines. Pour lui, les couches à géodes d'Akuscha appartiendraient à l'Aptien inférieur ; cette attribution s'accorde mal avec les listes données de ce gisement, qui semble plutôt appartenir à un horizon intermédiaire entre l'Aptien et le Gault qu'à l'Aptien inférieur[1].

Nous allons voir que, dans le Sud-Est de la France, la faune de Clansayes occupe bien ce niveau stratigraphique.

---

[1] Anthula. *Ueber die Kreidefossilien des Kaukasus. Beit. z. Geol. und Palaeont. Oesterreich. Ungarns*, vol. XII, p. 134. A part *Parahoplites angulicostatus* d'Orb. sp. et *Hoplites Deshayesi* Leym. sp. (?), toutes les espèces de la liste d'Akuscha paraissent être du niveau de Clansayes.

II

Nous examinerons successivement, au point de vue stratigraphique, la coupe de Clansayes, la colline du Teil (Ardèche), les environs d'Allan, près de Montélimar, le Diois et les Baronnies, les régions du Vercors et de la Grande-Chartreuse, et enfin la localité célèbre de la Perte du Rhône.

Coupe de Clansayes. — Une première coupe des environs de Clansayes a été donnée en 1875 par Hébert [1] ; mais comme cette localité a été étudiée à nouveau en 1890, par MM. Kilian et Leenhardt, je rappellerai la succession des assises, d'après ces savants auteurs [2]. De la ferme des Grèzes, située au Nord-Ouest de Clansayes, au sommet de la colline, ils distinguent les couches suivantes :

1. Marnes à *Belemnites semicanaliculatus, Plicatula radiola.*
2. Marnes grises à nodules phosphatés noirs et fossiles assez nombreux : *Ac. Martinii* d'Orb. sp., *Ac. Milleti* d'Orb. sp., *Hoplites crassicostatus* d'Orb. sp., *Hamites*, etc.
3. Marnes sableuses à taches lie de vin et nodules ferrugineux.
4. Marnes sableuses à *Belem. semicanaliculatus* mut. *major* Kilian.
5. Sables verdâtres avec lits de nodules phosphatés, *niveau principal de la faune dite de Clansayes.*
6. Masse puissante de sables jaunes et rouges, terminées par :
7. Bancs de grès argilo-grumeleux avec *Am. inflatus, Am. Mayori, dispar., Anisoceras*, etc.

Cette coupe a été rappelée en 1894, lors de la réunion de la Société géologique à Lyon et Bollène par M. Kilian [3], qui attira en

[1] Hébert et A. Toucas. Description du Bassin d'Uchaux. *Annales des Sciences géologiques*, t. VI, 1875, p. 19.

[2] W. Kilian et Leenhardt. Note sur les sables de la vallée d'Apt. *B. Serv. Cart. géol. de Fr.*, t. II, 1890-1891, p. 259.

[3] *B. S. G. F.*, 3e serie, t. XXII, 1894, p. 677.

outre l'attention sur l'existence *d'un horizon à phosphates noirs* à *Ac. mamillare*, etc., près de la ferme des Grèzes, entre l'Aptien et le *niveau dit de Clansayes*. M. Kilian en conclut que les graviers phosphatés de Clansayes ne représentent par l'horizon le plus inférieur du Gault.

L'horizon à phosphates noirs, qui n'est autre que l'assise n° 2 de la coupe, aurait une extrême importance, si vraiment il contenait l'*Am. mamillatus* et des fossiles albiens. J'ai étudié trois Ammonites de cette faune, qui m'ont été obligeamment communiquées par M. Kilian, et j'ai pu y reconnaître un *Parahoplites crassicostatus* d'Orb. sp. et deux *Douvilleiceras Martinii* d'Orb. sp. var. *orientalis* Jacob. Ces deux formes aptiennes ne sont nullement du Gault et ne constituent pas un argument en faveur de l'attribution des couches de Clansayes à l'Albien typique. La faune des Grèzes n'infirme pas l'opinion émise ici ; les couches fossilifères de Clansayes ne sont pas superposées à des bancs à fossiles albiens ; elles se trouvent entre les marnes à *Bel. semicanaliculatus* et la zone à *Am. inflatus;* elles sont séparées de celle-ci (couche n° 7 de la coupe) par une masse puissante de sables jaunes et rouges (n° 6) ; ces sables représentent probablement, ainsi que nous le verrons plus loin, le vrai Gault, c'est-à-dire les deux horizons à *Am. mamillaris* et à *Am. interruptus* qu'a distingués M. Ch. Barrois dans le Bassin de Paris [1].

Colline du Teil. — La colline du Teil, où M. Toucas a signalé, en 1888, la faune de Clansayes, doit être examinée ici avec soin, car notre savant confrère en a tiré, l'an dernier, une objection relativement à l'opinion émise sur l'âge de cette faune de Clansayes.

Voici, dans la partie où elle peut nous intéresser, la coupe des environs du Teil, donnée par M. Toucas [2].

---

[1] Ch. Barrois. Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. de la Soc. géologique du Nord*, t. V, p. 227 et suivantes. — La succession des 3 zones à *Am. mamillatus*, à *Am. interruptus* et à *Am. inflatus*, qui s'observe à Sainte-Croix et à la Perte du Rhône, d'après les travaux de Pictet et de M. Renevier, est également très nette près de Saint-Julien de Peyrolas et de Salazac dans le Gard, ainsi que j'ai pu le reconnaître au cours d'une excursion récente. Elle pourra probablement être étendue à tout le S.-E. de la France.

[2] Toucas. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVI, 1887-88, p. 920 et suiv., fig. 4.

Au-dessus des calcaires marneux bedouliens, on trouve :

Gargasien. 7. Marnes bleues à *Bel. semicanaliculatus* et *Plicatula placunea*, épaisseur 30 mètres.

8. Calc. très marneux à *Discoidea decorata*, *Bel. semicanaliculatus*, etc., épaisseur 30 mètres.

9. Sables jaunes à gros blocs de grès avec Bélemnites de grande dimension, épaisseur 30 mètres.

Gault. 10. Grès sableux glauconieux renfermant, à la Roussette, près du Viviers et au Teil, des nodules de phosphate de chaux ainsi que : *Am. Milletianus*, *Am. mamillaris*. *Am. Mayori*. *Am. latidorsatus*, *Am. nodosocostatus*, *Am. inflatus*, *Am. inflatiformis*, *Turrilites Bergeri*, *Turr. Puzozi*, etc..., épaisseur 3 mètres.

La plupart des fossiles du Gault paraissent usés et roulés par les eaux. La présence dans cette assise de nombreuses espèces cénomaniennes au milieu de fossiles usés du Gault peut très bien faire supposer que cette assise appartient déjà au Cénomanien inférieur : la couche du Gault, dans ce cas, aurait été détruite un peu avant le dépôt de la première couche cénomanienne.

Cénomanien. 11. Grès glauconieux se changeant à la partie supérieure en un calcaire grumeleux, glauconieux peu fossilifère, ayant à peine 5 mètres au Teil ; on y trouve : *Bel. ultimus*, *Ostrea conica*. *Ost. vesiculosa*, *Rhynchonella Grasiana*, *Rhynch. compressa*, etc.

La faune de Clansayes se trouve dans l'assise n° 10.

Il suffit de se reporter au texte reproduit plus haut pour voir que la colline du Teil ne donne pas de renseignement précis sur l'âge de cette faune. De l'aveu même de M. Toucas, les fossiles du Gault de la liste n° 10 ne sont probablement pas à leur place ; ils sont usés, roulés et mélangés à des fossiles cénomaniens. Il semble donc logique d'en conclure que la coupe du Teil montre simplement que la faune de Clansayes est antérieure au Cénomanien. Même en admettant que les fossiles remaniés l'aient été sur place, le soubassement des couches qui contiennent la faune étudiée étant semblable à celui que l'on trouve dans la coupe de Clansayes, il n'y a rien de plus à tirer de la coupe du Teil que de celle-ci.

Puisque j'ai été amené à parler de la colline du Teil, j'ajoute ici

quelques renseignements complémentaires notés au cours d'une excursion dans cette localité et je citerai les intéressants fossiles qu'y a ramassés M. Gevrey.

M. Gevrey a trouvé au sommet des couches 7, sous les calcaires à Oursins, un exemplaire parfaitement conservé de *Lytoceras Jauberti* d'Orb. sp., qui s'ajoute aux fossiles aptiens signalés au Teil.

Les couches 10 et 11 me semblent former un complexe dans lequel il est difficile de distinguer deux horizons. L'ensemble de ces assises est constitué par des bancs de calcaires plus ou moins siliceux qui contiennent les mêmes fossiles propres, des Brachiopodes et des Bivalves identiques de la base au sommet. Le banc inférieur renferme comme éléments étrangers les nodules de phosphates et les fossiles roulés dont il a été question plus haut. Parmi ceux-ci j'ai trouvé : *Parahoplites Nolani* Seunes sp., *Parah. Grossouvrei* Jacob, *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp., *Douv. nodosocostatum* d'Orb. sp., des *Desmoceras* et des *Turrilites*, trop usés pour pouvoir être déterminés. Ces fossiles sont les espèces les plus caractéristiques de Clansayes.

Quant aux fossiles propres des assises 10 et 11, M. Gevrey en possède une nombreuse série, dans laquelle on peut reconnaître :

Exogyra cf. *conica* Sow. sp. Nombreux exemplaires d'assez grande taille, portant à la grande valve un crochet bien développé et une carène régulière. Moins la carène, ces échantillons sont très voisins de l'*Ex. conica* Sow. sp. du Gault du Bassin de Paris.

Exogyra columba Desh. (= *Ost. conica* d'Orb. Pal. franc. Terrain crétacé, t. III, p. 726, pl. 478, fig. 5-8, non *Chama conica* Sow.). Petits échantillons à crochet lisse ou strié identiques à ceux que l'on trouve dans les couches à *Am. rhotomagensis* du bassin de Paris (d'Orbigny) et qui sont très abondants à la base des couches à Orbitolines des Alpes Maritimes et du Var (coll. Zürcher, Université de Grenoble).

Exogyra (?) *canaliculata* Sow. sp. Se trouve dans le Gault et le Cénomanien.

Rhynchonella Lamarckiana d'Orb. Cénomanien inférieur du Bassin de Paris et d'Orange (d'Orbigny).

Rhynchonella sp. cf. *Grasiana* d'Orb. (= *Rhynch. Bertheloti*

d'Orb. non figurée. V. Pal. franc.,t. IV, p. 39, n° 1105). Signalée au Villard-de-Lans (Isère), probablement à la ferme des Ravix dans l'Aptien moyen ou supérieur et dans le Cénomanien du Var.

Ces fossiles, surtout la deuxième espèce, *Exogyra columba* var. *minor.*, portent à ranger les assises 10 et 11 dans le Cénomanien. Il en est de même, d'après notre confrère M. Savin, des Oursins que cite M. Toucas, dans la couche 11.

Il existerait dès lors aujourd'hui, entre les couches 9 et 10, une lacune correspondant à tout l'Albien, qui manquerait au Teil.

Coupe d'Allan. — M. V. Paquier [1] a donné des assises la succession suivante :

1. Marnes sableuses gargasiennes.
2. Sables à *Hibolites semicanaliculatus*.
3. Grès susaptiens à Orbitolines.
4. Grès d'Allan avec le *premier niveau des phosphates à Parahoplites Milleti, Puzosia latidorsata*.
5. Sables grisâtres glauconieux à fossiles phosphatés à *Stoliczkaia* (?) *gardonica, Puzosia latidorsata*.
6. Grès à *Puzosia Mayori, Stoliczkaia dispar, Anisoceras armatum, Schlœnbachia inflata*, etc.

M. Paquier montre donc ici deux niveaux phosphatés, dont l'inférieur correspond, d'après lui, à celui de Clansayes et du Vercors. Une partie de cette affirmation est vérifiée par l'étude des échantillons qu'a ramassés M. Gevrey à ce niveau inférieur, couche n° 4 de la coupe ci-dessus. On y reconnaît, en effet : *Desmoceras akuschaense* Anthula, bel exemplaire décrit et figuré plus haut, *Parahoplites Bigoti* Seunes sp., *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp., *Douv. nodosocostatum* d'Orb. sp., *Douv. Migneni* Seunes sp., c'est-à-dire des espèces caractéristiques de Clansayes, mais qui ne se retrouvent nullement dans les couches à phosphates du Vercors.

La faune de Clansayes est ici encore supérieure aux marnes garga-

[1] V. Paquier, Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales, Grenoble, 1900, p. 234.

siennes dont elle est séparée par les assises 2 et 3 et inférieure à des couches que surmonte la zone à *Am. inflatus*.

Diois et Baronnies. — La faune de Clansayes est représentée tant bien que mal, mais assez généralement dans cette partie du Sud-Est de la France, si magistralement étudiée par M. V. Paquier.

A Bourdeaux, au Nord de Dieulefit, j'ai pu trouver un horizon fossilifère dans une coupe intéressant les marnes aptiennes et les grès dits susaptiens. Le fond d'un ravin qui se trouve au S.-O. de Bourdeaux est occupé par des marnes aptiennes contournées et plissées ; vers le haut, lorsqu'on monte par un raccourci à la route de Dieulefit, ces marnes se montrent sableuses et s'intercalent avec des bancs gréseux, renfermant d'énormes boules de grès glauconieux de plus d'un mètre de diamètre. A la route même, les marnes, toujours intercalées dans des bancs de grès, sont fossilifères, elles renferment en abondance *Parahoplites Nolani* Seunes sp., et j'y ai trouvé de plus de jeunes *Douvilleiceras* cf. *Bigoureti* Seunes sp. Plus haut, après quelques alternances de bancs de marnes et de grès, les grès subsistent seuls, on est alors franchement dans les grès susaptiens.

Cette zone est constante au même niveau dans les environs de Bourdeaux.

Elle se trouve à Vesc, où Ch. Lory et M. V. Paquier « ont recueilli, dans des bancs calcaires, à la partie supérieure des marnes noires, sur lesquelles est bâti le village..... des Ammonites mal conservées, mais dans lesquelles on reconnaît un *Hoplites* voisin de *H. splendens* [1] ». Ces Ammonites, au moins les échantillons de Ch. Lory (Coll. de l'Université de Grenoble), correspondent au *Parahoplites Nolani* Seunes sp. Aux environs de Vesc, les couches à *P. Nolani* sont surmontées par un niveau marno-pyriteux, à *Gaudryceras Muhlenbecki* Fallot sp. (faune des Bruges) qui appartient au Gault franc.

« Au sommet du Serre-Chaitieu, au Gargasien fossilifère se

---

[1] V. Paquier. *Loc. cit.*, p. 230.

superpose une épaisse série de marnes et de marnocalcaires..... A la partie supérieure de cette série, dans un banc calcaire, on observe des empreintes d'*Hoplites* mal conservés[1] ». Les échantillons dont parle M. Paquier on été revus ; ils ont montré : *Parahoplites Nolani* Seunes sp. forme type et formes à côtes bituberculées, *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp. var. *Seunesi* Jacob.

Enfin, plus au Sud, à Egalayes, M. Paquier signale au-dessus du Gargasien des calcaires marneux bleuâtres, à *Hoplites* cf. *splendens*. Un morceau de calcaire d'Egalayes ramassé par M. Paquier (Coll. Univ. de Grenoble) est recouvert en abondance de moules externes de *Parah. Nolani* Seunes sp.

D'après les lignes qui précèdent, nous avons pu suivre, dans les départements de l'Ardèche et de la Drôme, l'extension horizontale du niveau de Clansayes, qui s'est *montré constamment superposé aux marnes aptiennes ; il en est généralement séparé par quelques assises :* couches à grandes Bélemnites de Clansayes, d'Allan, du Teil, premiers bancs de grès susaptiens de Bourdeaux, etc...[2]; mais nous

---

[1] V. PAQUIER. *Loc. cit.*, p. 231.

[2] Au sujet des couches qui séparent la faune d'Apt de celle de Clansayes on peut faire quelques remarques intéressantes, au moins quant à la base de cet ensemble.

Les deux facies *occidental* et *oriental* distingués par M. Kilian dans l'Aptien supérieur (Note stratigraphique sur les environs de Sisteron. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIII, 1895, p. 762) ne correspondent pas dans les mêmes groupes à des faunes identiques. *D. Martinii* d'Orb. sp. y est représenté par les deux variétés *orientalis* et *occidentalis*, la première étant plus évoluée que la seconde. Les *Desmoceras* des environs d'Apt, *facies occidental*, ne sont pas ceux du *facies oriental* ; parmi les premiers on rencontre *Desm. Angladei* Sayn, espèce décrite dans le Barremien ; les seconds montrent déjà des formes très affines avec celles de Clansayes. *Le facies oriental semble donc*, ainsi que l'a soupçonné M. Kilian (*Annuaire géologique*, 1888, Terr. crétacés, p. 270 en note) *correspondre à un niveau légèrement plus élevé que le facies occidental.*

A l'appui de cette manière de voir, je puis rappeler qu'à la ferme des Grèzes, près de Clansayes, on a trouvé au-dessus des marnes aptiennes à facies occidental *Douv. Martinii* d'Orb. sp. var. *orientalis*. Dans les environs d'Apt, cette faune des Grèzes se retrouve fréquemment au-dessus des marnes aptiennes et en dessous des sables bigarrés, dont le facies envahit les niveaux plus élevés (Voir KILIAN et LEENHARDT. *Loc. cit.*). — De plus, dans la colline du Teil, M. Gevrey a recolté, également au-

avons vu que *nulle part il n'existe de faune franchement albienne au-dessus des couches synchronisées avec celles de Clansayes.* Pour le moment, aucune limite supérieure bien nette n'a encore été indiquée quant à la position stratigraphique des couches de Clansayes. Elles sont généralement recouvertes par un ensemble d'assises assez épaisses, elles-mêmes surmontées par les couches à *Am. inflatus;* mais nous ne savons pas encore à quoi cet ensemble peut correspondre. Cette dernière question va être résolue par l'étude de régions où le Gault inférieur est fossilifère.

Vercors et Chartreuse. — Grâce aux travaux fondamentaux de Ch. Lory, on connaît depuis longtemps dans le massif du Vercors. au-dessus des calcaires urgoniens, la succession suivante :

Couche marneuse à Orbitolines (*couche supérieure à Orbitolines* de Ch. Lory), qui n'est conservée qu'en quelques points : les Ravix. le Rimet, le Fâ dans les régions du Villard-de-Lans et de Rencurel ;

Calcaires *lumachelles*, à débris d'Encrines et d'Oursins. formant un ensemble de 5 à 30 mètres de puissance.

Grès grossier de grains quartzeux, à ciment argilo-calcaire, renfermant des moules phosphatés de fossiles très abondants ; *couche à phosphates*, d'épaisseur très irrégulière pouvant aller jusqu'à 50 centimètres, étudiable à la Balme et aux Prés de Rencurel (Isère).

Ensemble assez épais de grès glauconieux, renfermant, à la partie inférieure des ravins de la Fauge, la riche faune bien connue à *Am. inflatus, Turr. Bergeri*, etc.

Nous devons nous demander, maintenant, quels sont les âges respectifs des assises mentionnées.

---

dessus des marnes aptiennes à facies occidental, *Lytoceras Jauberti* d'Orb. sp., forme du facies oriental.

Cependant j'ai constaté récemment, en visitant une des localités classiques du facies oriental (Vergons dans les Basses-Alpes), que le niveau fossilifère des marnes aptiennes s'y trouve tout près des calcaires marneux de l'Aptien inférieur. Où serait dans cette région l'équivalent des marnes à facies occidental ?

La question est donc difficile à résoudre. Le facies oriental a certainement une avance d'évolution sur le facies occidental ; sa faune subsiste plus longtemps que celle de celui-ci, mais à l'origine on retrouve dans des localités différentes les deux faunes à la même place stratigraphique au-dessus de l'Aptien inférieur.

M. Paquier, qui a procédé à une revision des Céphalopodes connus dans la *couche supérieure à Orbitolines*, la considère comme équivalente a la base seule des marnes aptiennes. Nous verrons plus loin qu'il y a lieu de distinguer deux choses dans les gisements de marnes à Orbitolines et que les seules marnes vraiment supérieures à l'Urgonien correspondent aux marnes aptiennes.

Quant à la *lumachelle*, sur la foi de fossiles recueillis aux Jarrands près le Villard-de-Lans et déterminés par Ch. Lory, elle est généralement rapportée au Gault, avec la couche qui la surmonte.

De nouvelles recherches m'ont amené à controuver cette attribution et à voir dans *la lumachelle l'équivalent dans le Vercors et la Chartreuse de l'horizon de Clansayes*. Le point fossilifère des Jarrands nous a en effet fourni, à notre confrère M. Reboul et à moi : *Tetragonites Jallabertianus* Pictet sp., exemplaire comparé au type, *Douvilleiceras Bergeroni* Seunes sp., *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp., *Parahoplites Nolani* Seunes sp. et des fragments de *Desmoceras* indét., c'est-à-dire moins la première espèce, de niveau incertain, les principales espèces de Clansayes.

De plus, à Rochepleine-Saint-Égrève, près de Grenoble, collée à la surface supérieure de la *lumachelle* on trouve la faune mixte suivante : *Phylloceras Guettardi* Rasp. sp., *Hoplites regularis* Brug. sp., *Hoplites tardefurcatus* Leym. sp., *Schlœnbachia Senequieri* d'Orb. sp. *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp., *Douvill. clansayense* Jacob, *Scaphites Hugardianus* Pictet, *Desmoceras* et *Turrilites* usés et indét.

Cette association de fossiles du Gault et du niveau de Clansayes se retrouve dans les mêmes conditions sur la lumachelle, dans la vallée de la Bourne, à deux kilomètres en amont des Jarrands. M. Reboul et moi y avons récolté : *Tetragonites Duvalianus* d'Orb. sp., *Parahoplites Nolani* Seunes sp., *Douvilleiceras* gr. de *D. nodosocostatum* d'Orb. sp., *Hoplites regularis* Brug. sp.

La *lumachelle* correspond donc bien à l'horizon de Clansayes : la faune franche des Jarrands est celle de la célèbre localité et ce n'est que vers la partie tout à fait supérieure que la faune de la lumachelle comporte quelques éléments du Gault.

En revanche, aux Prés de Rencurel (Isère), l'assise suivante, la *couche à phosphates*, se montre être franchement l'equivalent de la zone distinguée dans le Bassin de Paris sous le nom de zone à *Am. mamillaris* par M. Ch. Barrois. On y trouve en effet en abondance :

Hoplites tardefurcatus Leym. sp., *H. regularis* Burg. sp., *Parahoplites Milletianus* d'Orb. sp., *Douvilleiceras mamillatum* Schloth. sp., etc., Ammonites dont l'ensemble caractérise ce niveau.

Dès lors la coupe très instructive qui vient d'être analysée montre que *la zone de Clansayes, représentée dans le Vercors et la Chartreuse par les calcaires lumachelles de Ch. Lory, est nettement intermédiaire entre l'Aptien supérieur et l'Albien inférieur.*

Perte du Rhône, — On sait que, dans son beau mémoire [1], M. Renevier a distingué sous le Vraconnien et le Gault, correspondant à ce qu'il appelle les couches *a, b* et *c* de la Perte du Rhône, des grès durs, couches *d*, qui renferment quelques rares Ammonites. Dans une récente visite aux musées de Genève et de Lausanne, j'ai pu étudier quelques-unes des formes qui ont été citées autrefois par Pictet et M. Renevier [2]. J'y ai reconnu les éléments suivants :

Parahoplites sp., un échantillon de 15 centimètres de diamètre environ, dont l'ornementation n'est bien visible que sur un quart de tour et consiste en côtes flexueuses rappelant tout à fait l'allure de *Parahoplites angulicostatus* d'Orb. sp. et mieux les nombreuses empreintes que l'on trouve à Bourdeaux (Drôme) au niveau de Clansayes. Musée de Lausanne.

Douvilleiceras Bigoureti Seunes sp. Trois bons échantillons du Musée de Genève déterminés *Am. Cornuelianus* d'Orb.

Douvilleiceras sp. cf. *Bergeroni* Seunes sp. Je détermine ainsi avec doute toute une série d'échantillons de 15 à 20 centimètres de diamètre de Lausanne et surtout de Genève, portant les noms d'*Am. Milletianus* d'Orb., *Am. Campichii* Pictet et Renevier et *Am. mamillatus* Schloth. Les tours internes ne sont pas visibles ; sur les parties externes on voit des côtes assez serrées et quelquefois légèrement flexueuses. La section du tour rappelle tout à fait celle de *Douvilleiceras*

---

[1] Renevier. Mémoire géologique sur la Perte du Rhône. *Nouv. Mém. de la Soc. Helvétique des sc. nat.*, vol. XIV, 1854.

[2] Pictet et Renevier. Description des fossiles du terrain Aptien de la Perte du Rhône. Genève, 1858, où sont citées les espèces suivantes : *Am. Cornuelianus* d'Orb.. *Am. Milletianus* d'Orb., *Am. mamillatus* Schloth, *Am. Campichii* Pict. et Renev., *Am. Beudanti* Brong.

Bergeroni Seunes sp. et s'éloigne de celle des échantillons de Sainte-Croix, rapportés par Pictet à une variété à ornementation serrée de l'*Am. Milleti* (PICTET. Terrain crétacé de Sainte-Croix. 1re partie. pl. XXXVII, fig. 5 *a-b*).

Douvilleiceras nodosocostatum Seunes sp. var. peu tuberculée identique à des échantillons de Clansayes. Un exemplaire du Musée de Lausanne, déterminé *Am. Cornuelianus* d'Orb.

Ammonites sp. Énorme échantillon de Lancrans (Musée de Lausanne) rapporté à l'*Am. mamillatus* Schloth. sp. et complètement indéterminable.

Ces quelques formes, malheureusement trop rares, me portent à considérer les grès durs de la Perte du Rhône comme l'équivalent des couches de Clansayes. Or, les couches qui surmontent les grès durs renferment nettement la faune du Gault inférieur ; *à la Perte du Rhône comme dans le Vercors, l'horizon de Clansayes est inférieur à la zone à Am. mamillaris* [1].

En résumé, tant au point de vue paléontologique qu'au point de vue stratigraphique, la faune de Clansayes correspond nettement à une zone intermédiaire entre la zone à *Hoplites furcatus* Sow. sp. et la zone à *Douvilleiceras mamillatum* Schloth. sp.

Doit-elle faire partie de l'Aptien ? doit-elle être au contraire rangée dans l'Albien ? Cette question ne pourra être résolue que par des comparaisons précises avec les régions classiques des deux terrains et surtout par l'étude des déplacements marins vers cette époque.

Qu'il suffise pour le moment d'avoir mis en évidence l'existence de ce niveau stratigraphique et d'avoir constaté sa présence sous des facies très différents en de nombreux points du Sud-Est de la France. On peut le reconnaître tout d'abord dans des régions où il ne renferme guère que des Ammonites : dans les Baronnies où la sédimentation vaseuse continue du Néocomien dans l'Albien et dans le Cénomanien ; dans le Diois où l'horizon de Clansayes marque souvent le

---

[1] Voir plus loin ce qui concerne cette question dans les Alpes du lac des Quatre-Cantons.

début de la formation des grès dits susaptiens. Ailleurs il offre un caractère néritique très marqué et une faune beaucoup plus riche; dans le Valentinois méridional ce sont des grès à phosphates; dans le Vercors et la Chartreuse des calcaires lumachelles et des calcaires à Entroques, tandis qu'à la Perte du Rhône réapparaissent les grès.

Les formes les plus constantes et les plus caractéristiques de ce niveau sont : *Parahoplites Nolani* Seunes sp., *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp. et *Douvilleiceras nodosocostatum* d'Orb. sp., et c'est par celles-ci que je propose de le caractériser.

Les couches supérieures à Orbitolines des montagnes de Rencurel et du Vercors[1].

Après avoir daté la formation désignée sous le nom de *calcaires lumachelles* par Ch. Lory, j'apporte ici quelques données nouvelles sur l'âge de couches situées plus bas dans la série stratigraphique : les *marnes supérieures à Orbitolines,* que Ch. Lory classait dans l'Urgonien supérieur, que A. Gras et M. Kilian ont fait correspondre aux marnes aptiennes et dans lesquelles, en dernier lieu, M. Paquier a vu l'équivalent de la base seule des marnes aptiennes.

Dans leurs trois localités fossilifères classiques, toutes trois situées dans l'Isère (le Fâ près de Saint-Pierre-de-Chérennes, le Rimet près de Rencurel et les Ravix près du Villard-de-Lans) les couches à Orbitolines se présentent avec des caractères différents.

Au Fâ, les couches fossilifères sont intercalées dans les calcaires urgoniens ; elles apparaissent et s'éteignent progressivement dans le sens vertical ; latéralement elles s'amincissent de chaque côté et disparaissent : il s'agit manifestement là d'un *épisode marneux dans l'Urgonien,* d'ailleurs constaté en plusieurs endroits sur les hauts plateaux de Saint-Pierre-de-Chérennes, *et nullement comme on l'a admis jusqu'ici, de couches reposant sur l'Urgonien.*

Aux Ravix, on ne voit pas le substratum des couches à Orbitolines. Des marnes franches, de plus de 20 mètres d'épaisseur, se chargent progressivement vers le haut de débris et d'Orbitolines : et, les bancs calcaires augmentant progressivement d'importance, on atteint insensiblement les calcaires lumachelles.

Au Rimet, les *couches à Orbitolines reposent transgressivement sur l'urgonien,* dont la surface est corrodée très nettement, percée de trous de pholades, marquée de taches d'oxyde de fer. Vers le haut et progressivement, de même qu'aux Ravix, *elles passent à la lumachelle.*

---

[1] Résumé d'une communication faite, le 20 novembre, à la Société de statistique de l'Isère.

Si des Ravix et du Rimet on se déplace vers le Sud, on assiste à un *passage latéral* des plus intéressants. On retrouve des marnes à Orbitolines transgressives sur l'Urgonien, au Briac près de Saint-Martin-en-Vercors, où elles présentent une intercalation glauconieuse à fossiles phosphatés aptiens, notée l'an dernier à tort par moi comme niveau distinct. Aux Baraques, à l'entrée des Grands-Goulets, au-dessus de l'hôtel Combet, quoique déjà très sableuses, elles contiennent encore des Orbitolines. A cent mètres à l'Est, sur le bord d'un route, elles sont presque entièrement dépourvues de débris calcaires, renferment des phosphates et deviennent identiques à des marnes glauconieuses à *Douvilleiceras Martinii* d'Orb. sp. et grosses Ammonites aptiennes, trouvées aux Bouchards près du Villard-de-Lans ; elles rappellent également les marnes sableuses décrites plus au Sud, à Plan de Baix par Ch. Lory et M. Paquier, aux sources de la Vernaison par M. Paquier. J'ajouterai que près de Plan de Baix les marnes sableuses sont intimement liées à la lumachelle et qu'aux sources de la Vernaison, la lumachelle finit en bancs minces dans des marnes sableuses. M. Paquier a signalé des faits analogues à ce dernier près de Gigors.

Tout ce qui précède prouve qu'il y a lieu de distinguer deux choses dans les marnes supérieures à Orbitolines de Ch. Lory : 1° les marnes du Fà partie intégrante de l'urgonien ; 2° les marnes du Ravix et du Rimet transgressives sur l'Urgonien. Celles-ci correspondent aux marnes aptiennes qui s'ensablent à la limite Nord du Diois et se chargent en Orbitolines et en organismes calcaires dans le Vercors. De la même manière au niveau stratigraphique suivant (zone de Clansayes), la lumachelle réalise un épisode zoogène dans la bordure préalablement ensablée du géosynclinal subalpin.

Comparaison entre les terrains du Crétacé moyen dans les Alpes Françaises et dans les Alpes Suisses aux environs du lac des Quatre-Cantons [1].

I

On rappellera tout d'abord ici les principaux résultats qui ont été fournis par l'étude de la partie moyenne des terrains crétacés aux environs de Grenoble et plus généralement dans le Sud-Est de la France.

Dans les chaînes subalpines françaises du Vercors et de la Chartreuse, l'ensemble des calcaires urgoniens est divisé en deux masses par une intercalation marneuse à Orbitolines : la *couche inférieure à Orbitolines* de Ch. Lory. D'après les travaux de M. Paquier, celle-ci doit être considérée comme *la partie terminale du Barrémien supérieur,* l'Urgonien inférieur correspondant probablement en grande partie au Barrémien supérieur (zone à *Macrocasphites Yvanii* et *Heteroceras*, Kilian et Paquier), l'Urgonien supérieur à l'Aptien inférieur (Bedoulien, Toucas; zone à *Ancyloceras Matheroni* et *Hoplites Deshayesi,* Kilian).

Au-dessus de l'Urgonien, on trouve, dans quelques localités de l'Isère, une deuxième couche à Orbitolines, *la couche supérieure à Orbitolines* de Ch. Lory. Le chapitre précédent a montré que si l'on met à part le gisement du Fà, où les couches à Orbitolines font partie intégrante de l'Urgonien, ailleurs elles sont transgressives sur l'Urgonien et doivent être considérées comme l'équivalent des marnes aptiennes (zone à *Oppelia nisus, Hoplites furcatus* et *Belemnites semicanaliculatus,* Kilian).

Viennent ensuite des calcaires à entroques, *les calcaires lumachelles* de Ch. Lory, renfermant aux Jarrands (Isère) des fossiles étudiés à

---

[1] Ce chapitre, légèrement modifié et complété par de nouvelles observations, est le résumé d'une communication faite à la réunion à Lucerne, en septembre 1905, de la Société Helvétique des Sciences Naturelles.

nouveau par M. Jacob qui a pu les identifier avec les principaux éléments de la faune de Clansayes près Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme). Cette faune doit devenir le type d'un nouvel horizon (zone à *Parahoplites Nolani* Seunes sp., *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp. et *Douvilleiceras nodosocostatum* d'Orb. sp.).

Ce n'est qu'au-dessus de la lumachelle que l'on trouve, dans le département de l'Isère, la véritable faune albienne, la faune du Gault, au sens donné à ces mots par Pictet, Renevier, MM. Ch. Barrois, etc...

On rencontre tout d'abord une couche à phosphates qui est très riche en beaux fossiles aux Prés de Rencurel (Isère) et qui correspond à la zone à *Ammonites mamillaris* de M. Ch. Barrois, aux couches *c* de M. Renevier à la Perte du Rhône, ou mieux à une zone à *Am. Milletianus* d'Orb. forme type, *Am. regularis, tardefurcatus*, formes exclusives de ce niveau.

Les grès verts qui surmontent les couches à phosphates du Vercors renferment déjà la faune à *Am. inflatus* et *Anisoceras* (Vraconien de M. Renevier) bien représentée à la Fauge. Mais, à vrai dire, les couches à phosphates renferment, suivant les localités, deux faunes différentes : celle des Prés dont il vient d'être question et celle de la Balme de Rencurel nettement plus évoluée. A la Balme de Rencurel on trouve, avec des *Desmoceras* nouveaux, *Hoplites dentatus* Sow. sp., *H. Benettiœ* Sow. sp., *H. auritus* Sow. sp., etc., *Schlœnbachia Roissyana* d'Orb. sp., qui synchronisent le gisement de cette localité avec les riches dépôts fossilifères d'Escragnolles, dans le Midi de la France, et avec les couches moyennes de Salazac dans le Gard. Entre la zone des Prés et la zone à *Am. inflatus*, il y a donc lieu d'intercaler un horizon, celui de la Balme et d'Escragnolles.

En résumé, à quelques sous-subdivisions près qu'il importera de préciser dans l'avenir, on peut distinguer dès maintenant la succession des six zones suivantes :

1. Zone à *Ancyloceras Matheroni* d'Orb et *Parahoplites Deshayesi* Leym, sp.
2. Zone à *Parahoplites furcatus* Sow. sp., *Oppelia nisus* d'Orb. sp. et *Belemnites semicanaliculatus* Blainv. sp.
3. Zone à *Parahoplites Nolani* Seunes sp., *Douvilleiceras Bigoureti* Seunes sp., *Douvilleiceras nodosocostatum* d'Orb. sp.

4. Zone à *Hoplites regularis* Brug. sp., *Hoplites tardefurcatus* Leym. sp. et *Parahoplites Milletianus* d'Orb. sp. forme type.
5. Zone à *Hoplites dentatus* Sow. sp. et *Acanthoceras Lyelli* d'Orb. sp.
6. Zone à *Schlœnbachia inflata* Sow. sp., *Turrilites Bergeri* Brong. et *Anisoceras*.

Et, si les limites des étages Aptien, Albien et Cénomanien ne sont encore fixées que d'une manière approximative, l'échelle stratigraphique est du moins établie; on peut dès lors essayer de l'appliquer à d'autres régions que le Sud-Est de la France. Je puis le faire pour les environs du lac des Quatre-Cantons qu'il m'a été donné d'étudier, au mois de septembre dernier, dans une excursion collective de la Société Helvétique des Sciences Naturelles.

II

La coupe du Bürgenstock, soigneusement relevée par M. le Dr Buxtorf et visitée sous sa direction le 12 septembre, est peu fossilifère; néanmoins il semble possible d'établir l'équivalence de ses principaux éléments avec les zones distinguées plus haut. Une petite couche à nodules phosphatés qui surmonte l'Urgonien (*Schrattenkalk*), sur lequel elle est transgressive, a fourni quelques restes de Céphalopodes à M. Buxtorf, qui, autant qu'on en peut juger, sont des fossiles gargasiens (assise n° 3) : *Am.* gr. de *Martini*, *Parahoplites* gr. de *Crassicostatus*. Plus haut, dans le *Concentricusbank*, M. Buxtorf a trouvé *Douvilleiceras mamillatum* Schl. sp., forme type et, à la partie supérieure de l'*Ellipsoïdenkalk*, un fragment de *Turrilites* gr. de *T. Bergeri*. Dès lors on peut assigner aux différentes couches de la coupe, telle qu'elle est décrite dans le schéma distribué aux membres de l'excursion de septembre, l'âge suivant :

Ellipsoïdenkalk et *Grès verts*.	6. Zone à *Schlœnbachia inflata* Sow. sp., etc....
Schistes marneux,	(?) 5. Zone à *Hoplites dentatus* Sow. sp...
Bancs à *Inoceramus concentricus*,	4. Zone à *Hoplites regularis* Brug. sp.
Brèche à Echinodermes et *Grès verts*,	3. Zone à *Parahoplites Nolani* Seunes sp.

Couche à nodules phosphatés, 2. Zone à *Parahoplites furcatus* Sow. sp.

Le 15 septembre, dirigés par M. le Dr Tobler, les membres de l'excursion ont pu faire une belle récolte sur le riche gisement de Lochwald, découvert par Stütz, et dont Moesch a donné une liste qui semble déterminée d'une manière peu précise et comporter des mélanges. La faune est voisine de celle de Clansayes avec un cachet légèrement plus ancien ; les formes les plus abondantes sont les suivantes :

Hibolites semicanaliculatus Blainv. sp.; gros échantillons (= mut. *major* Kilian).
Phylloceras Guettardi Rasp. sp.
Tetragonites Duvalianus d'Orb. sp.
Parahoplites Nolani Seunes sp.
Parahoplites Grossouvrei Jacob.
Douvilleiceras Martinii d'Orb. sp., *nonital. var. orientalis* Jacob.
Douvilleiceras clansayense Jacob.
Douvilleiceras nodosocostatum d'Orb. sp.
Douvilleiceras sp. des groupes précédents.
Plicatula radiola d'Orb.
Opis Sabaudiana d'Orb.
Arca carinata Sow.

Le banc fossilifère termine une brèche à Echinodermes qui, autant qu'on en peut juger, surmonte l'Urgonien, et la place du gisement du Lochwald vient à l'appui des considérations stratigraphiques exposées plus haut à propos du Bürgenstock.

Le même jour, la Société a examiné, dans la cour d'une auberge, à Dallenwyll, des blocs d'un conglomérat de nodules phosphatés noirs, cimentés par une pâte calcaire plus claire et riche en fossiles : ces blocs proviennent, paraît-il, des environs : ils contiennent :

Gaudryceras Agassizianum Pictet sp.
Puzosia Mayoriana d'Orb. sp.
Hoplites dentatus Sow. sp., var.
Schlœnbachia Senequieri d'Orb. sp.
Hamites Charpentieri Pictet, etc...
des Plicatules et de nombreux Inocerames.

Les bancs d'où proviennent les blocs de Dallenwyll sont l'équivalent soit des couches n° 4, soit des couches n° 5. A coup sûr, elles doivent être supérieures au gisement dont il a été question plus haut[1].

A la suite de la réunion de la Société helvétique à Lucerne, j'ai revu, avec M. le Pr Heim, les fossiles crétacés moyens qui figurent dans les collections géologiques du Musée de Zürich. Les formes aptiennes des gr. de l'*Am. Martinii* d'Orb. sp. sont nombreuses et proviennent de différents gisements. On les trouve à la Wannenalp, dans les environs d'Iberg, au Pfannenstöckli, au Sud de la vallée de la Sihl, à l'Ochsenfeldstock, au Nord du Klönthal. De plus, M. le Dr Arnold Heim a trouvé, à la base de la série des couches noires qui surmontent l'Urgonien dans les Churfirsten, toute une faune dont les espèces caractéristiques sont : *Douvilleiceras Martinii* d'Orb. sp., *Parahoplites crassicostatus* d'Orb. sp., *Plicatula radiola* d'Orb. sp. La faune aptienne de Bürgenstock se retrouve donc plus à l'Est, dans les chaînes à facies helvétique, et peut se suivre du lac des Quatre-Cantons jusqu'au Rhin[2].

De plus, dans les collections de Zürich, indépendamment de la fréquence de la zone à *Am. inflatus* et *Turrilites Bergeri* dans les chaînes suisses, qui est connue depuis longtemps, on peut en outre prévoir que de nouvelles recherches permettraient d'y retrouver les différents horizons du Crétacé moyen : de la Wannenalp proviennent toute une série d'échantillons *Tetragonites Timotheanus* Pictet sp., *Gaudryceras Agassizianum* Pictet sp., *Hoplites regularis* Brug. sp., *Hoplites tar-*

---

[1] Depuis, M. le Dr Tobler a poursuivi l'étude des environs du Lochwald, et il a bien voulu me faire part de ses intéressantes trouvailles. Je cite textuellement un passage de sa lettre : « Les blocs fossilifères de l'auberge de Dallenwyll proviennent du *Lochwald* proprement dit ; la localité que nous avons visitée ensemble le 15 septembre sera appelée dorénavant *Luitere Zug*. Dans les collections et dans les listes de Moesch, Stütz, etc., les fossiles des deux localités sont mélangés. Dans le *Lochwald* il s'agit d'un éboulement où il y a beaucoup de blocs identiques à ceux de l'auberge ; *j'ai pu les retrouver en place dans une belle coupe où les couches du Lochwald sont supérieures aux couches du Luitere Zug* et en sont séparées par des schistes noirâtres, des grès verts et une brèche à échinodermes. »

[2] M. Kilian veut bien m'informer qu'il a retrouvé les mêmes couches encore plus à l'Est, dans le Vorarlberg.

defurcatus Leym. sp., *Hopl. dentatus* Sow. sp., *Douvilleiceras Martinii* d'Orb. sp., *Douv. clansayense* Jacob, *Douv. mamillatum* Schloth. sp., *Schlönbachia varicosa* Sow. sp., *Schlönbachia inflata* Sow. sp. Cette liste peu homogène ne peut provenir de la même localité et de la même couche que si, sur ce point, il y a eu mélange de faunes par remaniements de dépôts plus anciens ; mais alors en s'écartant de cette localité, on doit retrouver des gisements à horizons distincts.

De tout ce qui précède on peut conclure que dans les Alpes Suisses, aux environs du lac des Quatre-Cantons, la succession des dépôts seemble être la même que dans les Alpes Françaises. L'étude méthodique du crétacé moyen dans cette région donnerait certainement des résultats intéressants sortant peut-être même du domaine stratigraphique. On peut se demander, en effet, si la comparaison des coupes, soigneusement revues, des différentes localités où l'on rencontre « du Gault » (?) n'apporterait pas une intéressante confirmation aux brillantes hypothèses tectoniques qui ont été émises récemment.

SUR LES COUCHES A PHYLLOCERAS LORYI DES ALPES OCCIDENTALES[1]

Par M. P. LORY,

Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences.

Quelques observations, recueillies surtout aux environs de Grenoble, me permettent de préciser la place qu'occupent dans l'échelle stratigraphique les « calcaires à *Phylloceras (Sowerbyceras) Loryi* » des chaînes subalpines. Même après les belles études de MM. Kilian[2] et Paquier[3], il subsistait en effet quelque incertitude sur l'âge de ces calcaires, en raison du trop peu de formes caractéristiques des régions classiques qu'ils avaient fourni jusqu'ici.

Le long du Bord subalpin, l'assise est constituée par une alternance irrégulière de lits grumeleux[4] et de bancs massifs, les premiers formant dans les abrupts des corniches que les seconds surplombent : ces corniches servent à divers « pas » et vieux chemins pour

---

[1] Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. IV, 1904, p. 641.

[2] W. Kilian. Montagne de Lure, 1889. C'est dans ce Mémoire que pour la première fois ces calcaires sont bien caractérisés. — Environs de Sisteron. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIII, 1895.

[3] V. Paquier. Géologie des environs de Grenoble. *B. S. Statist. Isère*, 1892, où est distingué au sommet de ces calcaires un « niveau à *Oppelia prolithographica* et *Holcostephanus Irius* », représentant la zone à *Op. lithographica*. — Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. Grenoble, 1900.

[4] M. Paquier ne signale pas ici cette structure rognonneuse, bien caractéristique pourtant de cette assise.

gravir l'abrupt que déterminent ces calcaires et les assises tithoniques qui les surmontent. La première de celles-ci est la « pseudobrèche inférieure », à structure encore grumeleuse mais solidement cimentée. Au-dessous de nos calcaires, des lits marneux s'intercalent et parfois donnent un talus entre l'à-pic supérieur et celui du Séquanien.

M. Paquier a évalué à une centaine de mètres la puissance des calcaires à *Phylloceras Loryi.*

Parmi les points où je les ai observés, je citerai : le long du Grésivaudan, au nord de Grenoble, la « Galerie du Saint-Eynard » et les vieux chemins de Saint-Pancrasse (Les Coudières) et de Saint-Hilaire (Le Pal-de-Fer) ; au sud de Grenoble, Le Serpaton entre Le Monestier-de-Clermont et Gresse.

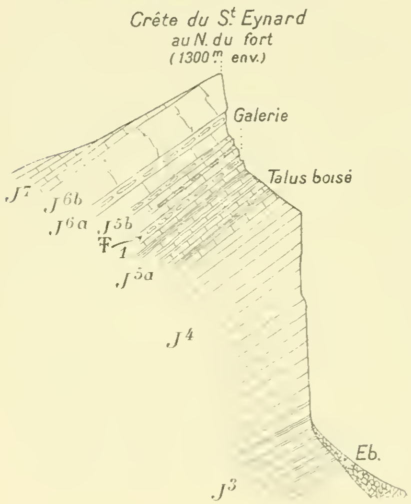


Fig. 1. — Coupe de la falaise du Saint-Eynard. Ech. : 1/10.000.

J^7, Calcaires sublithographiques (Portlandien supérieur, 1re assise) ; J^{6b}, Calcaire massif et pseudo-brèche inférieure (Z. à *Perisph. contiguus*) ; J^{6a}, J^{5b}, Calcaires à *Ph. Loryi* (J^{6a}, Niveau rognonneux supérieur, à *Perisph. prætransitorius ;* $J^{5b}{}_1$, Niveau roguonneux inférieur, à *Aulacostephanus* gr. de *pseudomutabilis*) ; J^{5a}, Marno-calcaires kimeridgiens ; J^4, Calcaires séquaniens, à *Oppelia tenuilobata* ; J^3, Marno-calcaires rauraciens ; *Eb.* Eboulis.

Au Saint-Eynard, le sentier de « la Galerie » emprunte d'abord le talus, puis la corniche due à la désagrégation des premiers lits rognonneux, à 3-4 m. au-dessus de la base de l'abrupt supérieur. Les grumeaux sont ici fréquemment fossilifères, surtout à la face supérieure d'un banc qui forme plancher sur une assez grande longueur. La plus grande partie de cette faune, jusqu'ici toute ammonitique, est constituée par des *Lissoceras* du groupe de *fialar* et des *Neumayria* du groupe de *flexuosa : Phylloceras (Sowerbyceras) Loryi* est moins abondant ; mais l'intérêt de mon observation réside dans la découverte de *Perisphinctes (?) Eumelus* ou une forme bien voisine et surtout de deux *Reineckeia (Aulacostephanus)* du groupe de *pseudomutabilis :* je vais revenir sur leur détermination. Les intercalations

grumeleuses suivantes m'ont uniquement fourni de rares *Ph. Loryi* et un *Lytoceras*. Mais dans la plus élevée, sous la pseudo-brèche, j'ai trouvé *Perisph. prætransitorius* avec *Ph. Loryi* moins rare. Ainsi, cette assise contient deux niveaux fossilifères, l'un à sa base, l'autre à son sommet.

Niveau inférieur : Dans l'ensemble des gisements, il contient : *Sowerbyceras Loryi* M.-Ch. sp. — *Lissoceras* gr. de *fialar*, cc. : *L. tenuifalcatum* Neum. sp., *L. pseudocarachteis* Favre sp. — *Neumayria* gr. de *flexuosa*, cc, : *N. compsa* Opp. sp., *N. franciscana* Font. sp. (Saint-Eynard). — *Perisphinctes (?) Eumelus* d'Orb. sp. ou forme bien voisine (Saint-Eynard). — *Reineckeia (Aulacostephanus)* gr. de *pseudomutabilis* : 2 ex. (Saint-Eynard) ; l'un paraît se rapporter à l'espèce figurée par E. Favre, de Botterens (Alpes fribourgeoises) sous le nom de *Am. Eudoxus*. espèce qui diffère du type de d'Orbigny ; l'autre appartient à une espèce voisine de *R. pseudomutabilis* de Lor. Ces deux formes existent à Crussol et y ont pour niveau l'assise à *R. Eudoxus* ; j'ai pu m'en assurer, grâce à la bienveillance de M. Depéret, en examinant à la Faculté des Sciences de Lyon la collection Huguenin [1]. — *Aspidoceras longispinum* Sow. sp. (Les Coudières).

Quoique la plupart des individus appartiennent à des espèces possédant une grande extension verticale, cette faune a un cachet nettement kimeridgien, grâce à la présence de *Aspid. longispinum* et *Perisph. (?) Eumelus*. Les deux *Reineckeia* précisent encore davantage le niveau : c'est la première fois que l'on signale sur la rive gauche du Rhône ce groupe de formes voisines de *R. pseudomutabilis*, d'une si grande extension géographique et cantonnées (sauf *R. phorcus*) à un niveau si défini. Elles me paraissent suffire à classer dans le Kimeridgien supérieur le bas de l'assise à *Ph. Loryi*.

Niveau supérieur : *Sowerbyceras Loryi* M.-Ch. sp. — *Neumayria compsa* Opp. sp. et formes voisines, a. c. (Le Serpaton). — *Oppelia hemipleura* Fontan., 1 ex. (Le Serpaton). — *Perisph. Freys-*

---

[1] Elles y sont étiquetées toutes deux *Am. phorcus*, mais on saisit assez aisément des différences entre elles et le type de Fontannes.

sineti Favre, var. : le type de cette espèce rare, à bandelette siphonale lisse, est des carrières de Lémenc, du Séquanien supérieur ou du Kimeridgien inférieur ; 2 ex. (Le Serpaton). — *Perisph. prætransitorius* Font. : cette espèce paraît être, au nord de Grenoble, la moins rare des formes caractéristiques de ce niveau (Saint-Eynard, Les Coudières). — Il y faut joindre les formes que M. Paquier avait déjà citées dans ce niveau à Saint-Pancrasse : *Oppelia prolithographica* Fontan., *O. levipicta* Fontan., *Stephanoceras Irius* Orb. sp. [1].

Si *Op. levipicta* et probablement aussi *Perisph. Freyssineti* débutent dès la zone à *Op. tenuilobata*, par contre *Op. prolithographica*, *Op. hemipleura* et *Perisph. prætransitorius* n'apparaissent à Crussol que dans l'assise la plus élevée. Avec *Stephanoceras Irius* ils prouvent nettement que le sommet des couches à *Ph. Loryi* représente, comme l'avait dit M. Paquier, la zone à *Op. lithographica.* La partie moyenne, très peu fossilifère, doit dès lors correspondre aux calcaires massifs de Crussol à *Waagenia Beckeri,* sommet du Kimeridgien.

Ainsi, le parallélisme des Chaînes subalpines avec la bordure du Plateau Central est maintenant très net : les calcaires à *Phylloceras Loryi* des Alpes correspondent à l'ensemble des niveaux à *Reineckeia Eudoxus* et *pseudomutabilis,* à *Waagenia Beckeri* et à *Oppelia lithographica*, c'est-à-dire, me rangeant à l'opinion qu'a surtout soutenue M. Haug, au Kimeridgien supérieur et au Portlandien inférieur.

L'équivalent du Kimeridgien inférieur devra être cherché dans l'assise en partie marneuse qui recouvre les calcaires à *Oppelia tenuilobata*, assise dont la faune est encore assez mal connue.

---

[1] Détermination de M. Haug.

LA RADIOTHÉRAPIE — SES RÉSULTATS

Par M. le Dr J. AUDAN,

Chef de Clinique médicale à l'École de Médecine.

On donne le nom de radiothérapie à l'application des rayons de Rœntgen au traitement des maladies.

Les rayons de Rœntgen sont, à l'heure actuelle, suffisamment disciplinés pour être maniés avec succès dans le traitement de certaines affections néoplasiques ou cutanées.

Pour être plus clair, nous reprendrons succinctement les principes et le manuel opératoire de leur application.

Ces rayons sont fournis par un tube de Crookes dans lequel on a fait suffisamment le vide.

Malgré ce degré extrême de vide, il reste néanmoins une certaine quantité de gaz, variable d'ailleurs avec chaque tube ; et cette petite quantité de gaz résiduel règle justement la qualité des rayons émis par le tube. Plus le vide est parfait, plus les rayons sont pénétrants.

Au cours du fonctionnement, le vide devient de plus en plus prononcé, ce que l'on traduit, en langage spécial, en disant que le tube devient dur, c'est-à-dire que ses rayons augmentent de pénetration.

On conçoit que l'on obtiendra des résultats différents avec des tubes durs et avec des tubes mous, puisque les rayons émis par ces différents tubes pourront agir sur des points situés à des profondeurs différentes des tissus. Les rayons mous ne dépassent pas les couches superficielles, mais, par cela même, les modifient profondément ; ce

sont eux surtout qui provoquent la radiodermite ; les rayons durs traversent les tissus très facilement, mais ne les modifient que très peu.

Ces différentes notions ont amené les constructeurs à fabriquer des tubes dans lesquels on pouvait faire varier le degré de vide.

L'un des meilleurs dispositifs est l'osmo-régulateur de Villars.

Sur un point de la paroi du tube est soudé un ajutage en verre surmonté d'un petit tube de platine fermé à son autre extrémité, en forme de cæcum, suivant l'expression de Sabourraud.

Si l'on chauffe au rouge ce tube de platine au moyen d'un bec de Bunsen, on le rend poreux et une petite quantité de l'hydrogène de la flamme pénètre dans le tube, le rendant, par cela même, plus mou.

La grosse difficulté est de mesurer exactement les rayons sortis du tube, non seulement au point de vue qualité, mais au point de vue quantité. On y est arrivé dans une certaine mesure.

Si l'on interpose en dérivation un excitateur à boule entre les deux fils qui amènent l'énergie électrique à l'ampoule et que les tiges de cet excitateur soient mobiles, on peut, en rapprochant les boules, créer entre elles un court circuit sous forme d'une étincelle. A ce moment on peut dire que la résistance de l'ampoule est supérieure à celle de l'air qui sépare les deux boules de l'excitateur. Cet excitateur ainsi disposé peut donc nous renseigner à chaque instant sur le degré de résistance de l'ampoule, c'est le *spintermètre de Béclère*.

Nous avons vu que le degré de vide, et par cela même la résistance de l'ampoule, augmentait à mesure de son fonctionnement ; lorsqu'elle devient trop forte, l'étincelle éclate entre les boules du spintermètre ; nous n'avons qu'à chauffer jusqu'au rouge l'osmo-régulateur avec un bec de Bunsen pour ramollir l'ampoule.

Il ne faut pas pousser ce ramollissement trop loin, car alors les rayons émis deviennent très peu pénétrants, par cela même très nocifs pour l'épiderme, et risqueraient de causer les accidents si fréquents au début de l'application des rayons X.

Un petit instrument vient nous avertir que nous avons atteint le degré utile de ramollissement, c'est le *radiochromomètre de Benoist*, sorte « d'escalier tournant dont les marches sont taillées dans un bloc d'aluminium et dont le giron est occupé par une mince lame d'argent transversale » (Sabourraud).

Le degré de pénétration des rayons est indiqué par le nombre de marches de l'escalier qu'ils peuvent traverser.

Enfin, un dernier facteur est également à apprécier, c'est la quantité de rayons qui pénètrent dans l'épiderme en un temps donné.

Cette mesure est faite au moyen *des pastilles de Holzknecht*, composées d'un mélange de sels alcalins dont les rayons X font virer lentement la coloration. On compare le degré de virage à une échelle colorée fixe, divisée en douze degrés ou unités H, et l'on sait que l'on ne doit jamais dépasser en une seule séance quatre à cinq unités sous peine de produire la radiodermite.

Tels sont les divers appareils nécessaires pour appliquer les rayons X au traitement des affections néoplasiques et cutanées.

Ces dispositions fondamentales de la technique indispensables doivent être bien connues pour appliquer la radiothérapie.

Voyons maintenant quel est le mode d'action des rayons X. Leur action thérapeutique a pour base leur action nocive sur certains tissus et surtout sur les cellules qui ont la propriété d'engendrer des cellules nouvelles : poils, épiderme, cellules du testicule, cellules néoplasiques.

Leur emploi est destiné à nous donner des résultats inattendus ; mais, comme toute thérapeutique énergique, il a ses inconvénients.

Le temps n'est plus, évidemment, à ces radiodermites graves avec escarre, ulcère consécutif, mettant deux ou trois mois et plus à se cicatriser ; cependant, à l'heure actuelle, les radiodermites du premier et du deuxième degré sont encore fréquentes.

D'ailleurs la base de la radiothérapie repose justement sur les modifications réactionnelles des tissus traités par les rayons de Rœntgen.

Les tissus vivants traversés par ces rayons sont le siège de transformations pathologiques dont le degré varie avec de nombreux facteurs, qui sont :

La qualité des rayons émis,
La quantité des rayons émis,
La distance de l'ampoule aux tissus,
La durée de l'exposition.

A l'heure actuelle, la question des radiodermites a été bien mise

au point par les travaux de Oudin, Holzknecht, Freund, Kienbock, etc.

Les modifications causées par les rayons émis par le radium sont absolument identiques.

Elles portent dans tous les cas le nom de radiodermite et on en distingue quatre degrés, suivant la profondeur de la lésion ; il est à remarquer que la lésion qui est caractérisée par une dégénérescence avec nécrobiose cellulaire atteint surtout les cellules productrices de tissus ou d'éléments nouveaux (cellules profondes de l'épiderme, cellules de la papille du cheveu, cellules épithéliales du testicule, etc.). Si l'exposition a été plus forte, il y a de plus des lésions vasculaires et inflammatoires qui n'apparaissent que plus tard. Pour Kienbock, de Vienne, les lésions seraient visibles au microscope quelques heures après l'exposition.

Étudions l'évolution clinique de ces lésions.

1er degré. — Celles du premier degré consistent en chute des poils, sans douleur ni rougeur, qui se produit au bout de trois semaines environ et qui persiste six à huit semaines.

2e degré. — Ici il y a dermatite sèche avec rougeur et chaleur, démangeaison et desquamation apparaissant au bout de deux semaines et durant deux semaines.

3e degré. — Ce degré est caractérisé par une dermatite aiguë apparaissant au bout de dix jours environ, avec soulèvement de l'épiderme, rougeur, vésication et exsudation, avec réparation au bout de trois à quatre semaines, avec ou sans cicatrice superficielle.

A ce degré, partout où il y a eu ulcération de l'épiderme, il se produit une alopécie définitive par atrophie des bulbes pileux et, très souvent, une pigmentation de la peau.

4e degré. — Les accidents du quatrième degré sont heureusement assez rares maintenant. Ils consistent en une nécrose des tissus apparaissant au bout de cinq à sept jours, véritable gangrène sèche plus ou moins étendue et profonde et qui laisse, après la chute de l'escarre, un ulcère de mauvais aspect qui persiste pendant très longtemps, six semaines à plusieurs mois.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

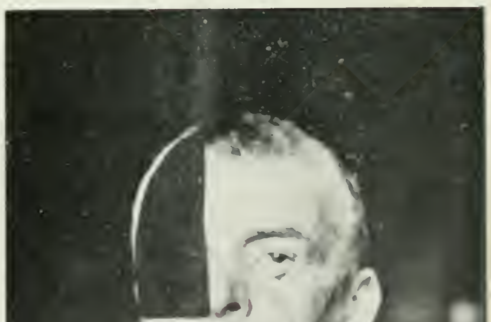


Fig. 4.





A côté de ces formes aiguës il existe une forme chronique qui atteint surtout les radiographes.

Elle consiste en fendillement de la peau, épaississement des ongles qui deviennent cassants. Cet aspect spécial de la main lui a fait donner le nom de main de Rœntgen. Elle est l'apanage des radiothérapeutes.

Telles sont les diverses lésions qui caractérisent les radiodermites et qui servent de base à la radiothérapie.

Il est absolument nécessaire de les avoir constamment présentes à l'esprit, car, ainsi que vous pouvez le prévoir, la radiothérapie peut, d'une part, servir de méthode destructive ou caustique, d'autre part, de méthode sclérogène.

Le point délicat est justement de doser la quantité de rayons X à donner pour provoquer tel ou tel degré de radiodermite. Ainsi telle affection peut être guérie par une seule radiodermite du deuxième degré qui correspond à environ quatre unités et demie à cinq unités du chromoradiomètre de Holzknecht. Les teignes cryptogamiques en sont un exemple.

D'autres affections exigent de répéter plusieurs fois l'apparition de la radiodermite aiguë.

Enfin certaines maladies n'exigent l'apparition d'aucun phénomène inflammatoire, mais au contraire un processus lent de dégénération par répétition de séances de faible intensité.

Voyons donc quelles sont les principales indications des rayons X.

Si nous constatons que la lésion le plus facilement obtenue est la chute des poils, il semblerait que la première et plus importante indication de la méthode serait l'hypertrichose. Il n'en est rien. Nous avons vu que dans la radiodermite du premier degré il y avait chute des poils, mais que les poils repoussaient au bout de sept à huit semaines après leur chute. Il faut pour avoir une chute définitive une radiodermite du troisième degré avec soulèvement de l'épiderme et destruction complète du bulbe pileux. Or cette radiodermite, qui met généralement quatre à cinq semaines à se réparer, laisse souvent après elle des cicatrices plus ou moins étendues qui seraient encore plus disgracieuses que les poils. L'indication est donc restreinte à l'hypertrichose circonscrite, le nœvus pilosus par exemple.

Il en est tout autrement du traitement des teignes cryptogamiques où les rayons X deviennent le traitement de choix.

Sabourraud nous a donné la formule précise du traitement dans ce cas particulier.

« Pour guérir une plaque de teigne, il faut l'exposer à une distance de 15 centimètres du centre de l'ampoule de Villars, l'ampoule ayant une résistante constante correspondant à la quatrième division du radiochromomètre de Benoist, jusqu'à ce que la source électrique eût fourni une somme de rayons X correspondant à quatre et demie à cinq unités Holzknecht. »

Un second groupe est constitué par les dermatoses inflammatoires, l'acné, le psoriasis, etc., dans lesquelles on obtient des résultats très appréciables.

Dans un troisième groupe on comprend les affections ulcéreuses de la peau, lupus, épithéliome de la peau, ulcus rodens, mal perforant, ulcère variqueux. Ici on n'a pas à craindre de provoquer des radiodermites du second degré, on le recherchera même (Leredde et Pautrier). Dans ce groupe rentre par conséquent le cancer cutané dans toutes ses modalités.

A propos du lupus il y a lieu de faire quelques considérations. Le lupus érythémateux est toujours favorablement influencé et très souvent guéri.

Pour le lupus tuberculeux, la radiothérapie donne de bons résultats, mais ne met pas à l'abri des récidives. La photothérapie de Finsen serait préférable.

Les divers épithéliomas de la face ne sont pas également bien influencés par la radiothérapie. C'est ce qui explique la divergence de certaines statistiques.

Tel clinicien guérit les épithéliomas de la peau de la face, mais n'a aucun résultat avec ceux des muqueuses, ceux de la langue, par exemple. Tel autre, au contraire, a eu de bons résultats dans les derniers.

L'explication en a été donnée par Darier, qui a montré qu'il y avait lieu de distinguer entre les épithéliomas tubulés ou baso-cellulaires et les épithéliomas lobulés ou spiro-cellulaires *(Darier, Société de Dermatologie, 13 juillet 1905)*, sur lesquels la radiothérapie agit d'une façon toute différente : la radiothérapie est le traitement de choix des épithéliomas tubulés; au contraire, elle ne donne rien dans les épithéliomas lobulés.

Il est donc important de faire le diagnostic exact de la tumeur pour décider du traitement qu'il convient d'appliquer.

Les organes lymphoïdes subissent incontestablement l'action des rayons X.

La littérature médicale contient de nombreuses observations de lymphoïdèmes, de splénomégalies, de simples adénites, dans lesquelles le traitement a été suivi de diminutions notables ou totales de l'hypertrophie lymphoïde.

Bien plus, dans les cas avec leucocythémie, les rayons X modifient la formule hématologique qui tend à revenir a la normale.

Malheureusement un certain nombre de ces cas ont été traités alors que la cachexie était déjà très avancée et le résultat final n'a pas été modifié.

Un dernier groupe de tumeurs comprend les divers sarcomes (sarcomes à cellules rondes ou endothéliomes de la face, originaires des cavités nasales, buccales et maxillaires) ; dans ces cas on obtient des diminutions de volume jusqu'à disparition temporaire et même définitive suivant certains auteurs. Ici il faut faire de faibles séances souvent répétées en respectant autant que possible la surface cutanée.

La technique générale est à peu près la même dans ces divers cas. Le principe qui domine tout est qu'il ne faut envoyer les rayons que sur les points où ils sont nécessaires. Pour cela, à part quelques variantes d'application, on protège les parties voisines avec des diaphragmes de plomb plus ou moins perfectionnés ; leur forme et leur grandeur n'a aucune importance ; leur but est de protéger certaines parties et de laisser agir sur certaines autres : il faut donc les prendre de grandeur convenable pour empêcher toute incursion des rayons sur les cheveux, par exemple, ou bien même sur un membre ou la face, sans cela l'on s'expose à des surprises désagréables en provoquant une radiodermite indirecte qui n'était pas prévue dans le programme thérapeutique et qui, sans avoir une importance considérable ni même aucune conséquence grave, impressionne toujours désagréablement le malade.

L'opérateur lui-même doit éviter de recevoir les rayons X qui, à la longue, peuvent donner lieu chez lui à des résultats inattendus et ennuyeux.

Aussi les constructeurs cherchent-ils depuis quelque temps a parer à ces divers inconvénients en fabriquant des appareils protecteurs qui ne laissent passer les rayons que sur un point localisé devant lequel on

expose la partie malade. Les localisateurs de Déan et celui de Belot sont parmi les plus pratiques de ces appareils.

Nous avons omis à dessein l'application des rayons X au traitement des tumeurs profondes. On comprend facilement que la profondeur même d'une lésion est le seul facteur de leur impuissance, aussi dans les divers cas traités a-t-on surtout obtenu des résultats d'ordre moral ; cependant la majorité des auteurs s'accordent à reconnaître aux rayons X une action anesthésique très marquée qui n'est pas sans intérêt dans un cancer utérin inopérable par exemple.

Nous accompagnons ce travail de quelques épreuves photographiques prises pendant le traitement (lorsque l'amélioration ne laisse plus aucun doute) et après guérison.

Telles sont la technique et l'application des rayons X.

Pour notre part, nous les avons employés dans un très grand nombre de cas : épithéliomas, lupus, tumeurs diverses de la face et des autres parties du corps, splénomégalie, etc.

Nous ne retiendrons pour aujourd'hui que les résultats que nous avons pu obtenir dans les diverses tumeurs de la face.

En éliminant les cas où le traitement a été incomplet et où, malgré nos conseils, les malades ont reçu une quantité insuffisante de rayons X, nous pouvons mettre en ligne 34 cas qui se dénombrent ainsi qu'il suit :

4 épithéliomas de l'œil.
3 — de la paupière inférieure.
5 — du nez.
2 — de la joue.
2 — de la lèvre inférieure.
1 — de la lèvre supérieure.
1 — de l'amygdale.
2 — à noyaux multiples.
7 lupus érythémateux du nez et des joues.
1 — tuberculeux.
3 lymphosarcome de la région cervicale.
1 sarcome des cavités nasales.
1 — du maxillaire supérieur.
1 carcinome du maxillaire supérieur.

Bien que ces 34 cas présentent une gravité évidemment très variable, nous avons obtenu :

16 guérisons complètes durant encore à l'heure actuelle.
3 guérisons complètes suivies de récidive au bout d'un temps plus ou moins long.
6 améliorations considérables et persistantes.
1 amélioration suivie de rechute.
2 cas chez lesquels les lésions étant multiples, la plus grande partie fut cicatrisée alors qu'un noyau restait persistant et indéfiniment stationnaire.
6 insuccès absolus.

Si nous avions eu dès le début les notions données récemment par Darier sur l'incurabilité de certains épithéliomas, nous aurions pu améliorer encore cette statistique déjà bonne puisqu'elle ne donne que 17 pour 100 d'insuccès. Quelle autre méthode en médecine peut se vanter d'en faire autant dans des cas analogues ?

Les photographies que nous joignons à ce travail montrent le mode excellent de cicatrisation après l'application des rayons X dans 3 cas d'épithélioma : un de la lèvre inférieure, un de la paupière inférieure et un du nez.

La radiothérapie reste le traitement de choix pour la plupart des épithéliomas de la face ainsi que pour un certain nombre de lupus.

Son action est indéniable sur un grand nombre de tissus pathologiques ou non ; elle nous donnera sans doute encore des surprises et son application s'étendra encore à d'autres groupes d'affections. C'est ainsi qu'on l'a appliquée aux affections des reins, du corps thyroïde, etc.

C'est un moyen thérapeutique très énergique qui exige une grande habitude d'application, qui a donné ses preuves et qui ne pourra qu'élargir son cadre, surtout lorsqu'on pratiquera la radiométrie d'une façon plus précise.

On a évidemment des insuccès, mais quelle méthode thérapeutique n'a pas les siens ? Il n'existe malheureusement en médecine aucune panacée universelle ; trop heureux que nous sommes si nous pouvons améliorer des cas datant souvent de plusieurs années et qu'aucun autre moyen n'a pu soulager, pas même une intervention chirurgicale.

INTERPRÉTATION EMBRYOGÉNIQUE
DES ANOMALIES DE L'URETÈRE

Par M. le Dr TERMIER,

Professeur suppléant à l'École de Médecine,
Chirurgien des Hôpitaux.

Bien que la duplicité de l'uretère soit loin d'être une anomalie rare, il peut y avoir intérêt à en rapporter une observation nouvelle, surtout à cause des quelques déductions chirurgicales et embryologiques dont elle pourra être le point de départ.

On sait que l'étude des anomalies est un guide précieux dans la science embryologique, parce que, le plus souvent, elles résultent d'un arrêt du développement ou de la régression normale de certaines dispositions organiques, fixant dès lors comme définitif un état qui normalement n'aurait dû être que transitoire.

Voici l'observation que j'ai pu faire cette année sur un des sujets de l'amphithéâtre de l'École de Médecine :

Homme, cinquante ans environ. — Tout l'appareil urinaire est normal à gauche ; à droite, le rein présente deux bassinets de volume sensiblement égal, l'un supérieur, l'autre inférieur, se continuant chacun par un uretère distinct ; le supérieur passe derrière les branches de l'artère et de la veine rénale et vient se juxtaposer à l'autre uretère un peu au-dessous de l'extrémité inférieure du rein ; le bassinet supérieur est en même temps un peu en arrière du bassinet inférieur.

Les deux uretères sont égaux comme calibre ; chacun a le volume d'un uretère normal ; ils sont tous deux perméables et descendent juxtaposés, l'un en dedans, l'autre en dehors, en suivant le trajet habituel de l'uretère. Au niveau du coude marginal, au point où ces uretères passent au-devant des vaisseaux iliaques, ils sont

étalés et légèrement séparés, formant ainsi à eux deux un cordon d'environ deux centimètres de large ; ils débouchent finalement tous deux dans la vessie par deux orifices distincts et distants l'un de l'autre d'environ un centimètre et demi.

Chacun de ces deux orifices présente les caractères habituels du méat uretéral normal. C'est l'uretère supérieur qui débouche à l'angle postérieur droit du trigone de Lieutaud, au point d'abouchement normal de l'uretère lorsqu'il est unique.

Rien à signaler comme anomalie vasculaire rénale droite. Toutefois le sujet présente encore une disposition très singulière.

A droite l'artère ombilicale ou du moins le cordon qui en tient lieu chez l'adulte, au lieu de provenir de l'artère hypogastrique comme normalement, naît de l'aorte abdominale un peu au-dessous du rein, descend sous le péritoine pariétal postérieur, passe au-devant des deux uretères susdécrits, traverse d'arrière en avant le bassin un peu au-dessus du détroit supérieur dans la fosse iliaque interne, puis remonte en avant du péritoine pariétal antérieur, suivant dès lors son trajet habituel jusqu'à la cicatrice ombilicale.

En ce qui concerne l'uretère, qui nous occupera seul aujourd'hui, l'anomalie est donc celle dite duplicité complète unilatérale. Les observations publiées sont en petit nombre (une trentaine environ), et cependant les cas sont relativement fréquents. La raison de cette pauvreté de la littérature anatomique nous paraît être que la plupart des cas ont passé inaperçus, l'attention n'ayant pas été attirée du côté de l'uretère lors de l'autopsie ou qu'ayant été observés, ils n'ont pas été publiés, comme n'ayant pas assez d'intérêt pour cela.

En réalité, Poirier estime cette anomalie comme se voyant une fois sur trente environ ; même en admettant une proportion un peu moindre, il est évident que la duplicité de l'uretère est loin d'être rare et que c'est là une disposition que le chirurgien, comme l'anatomiste, devra s'attendre à rencontrer quelquefois.

* * *

Au point de vue clinique d'abord, il est sûr que la séméiotique des affections rénales peut être changée du tout au tout chez un malade porteur d'un uretère complètement double.

Il se trouve alors à peu près dans la situation d'un sujet pourvu de trois reins, et les conséquences, au point de vue des symptômes d'une hydronéphrose fermée, par exemple, ou d'une calculose rénale doivent être telles que l'aspect clinique du malade pourra être tout à fait modifié.

Une infection ascendante ou descendante pourra être très facilitée par l'existence d'une voie supplémentaire offerte aux agents pathogènes. Si bien qu'il y a lieu, à notre avis, de penser à la possibilité de cette anomalie lorsqu'on se trouve en présence d'un cas particulièrement complexe et offrant des symptômes pour ainsi dire normalement incompatibles (dilatation rénale et libre écoulement par un uretère du même côté, par exemple).

Mais c'est là une étude qui n'a même pas été ébauchée et le champ est encore vierge de toute recherche de ce côté.

Toutefois, dans un de ces cas complexes dont nous parlons, il pourrait être utile de vérifier par l'endoscopie vésicale la non-duplicité de l'uretère ; mais, en cas de constatation négative, la question ne serait pas définitivement tranchée, le malade pouvant présenter deux uretères se réunissant avant de se jeter dans la vessie (duplicité incomplète).

En second lieu, l'intérêt de ces anomalies ou des autres dispositions possibles de l'uretère est considérable, si l'on songe à la quantité des opérations couramment pratiquées aujourd'hui et présentant (qu'on nous passe l'expression) un temps uretéral ou para-uretéral.

On sait l'extension rapide et considérable de la chirurgie contemporaine en ce qui concerne les interventions abdomino-pelviennes ; toute une chirurgie spéciale et consacrée à l'uretère lui-même a pris naissance il y a seulement quelques années et est arrivée très rapidement à un développement très grand. Si, des nouvelles interventions, quelques-unes (dans les uretéroplasties) ont dû être abandonnées comme ne donnant pas les résultats qu'on en pouvait attendre, il en reste cependant suffisamment de recommandables pour que là, plus qu'ailleurs encore, la connaissance des anomalies uretérales s'avère absolument indispensable. Au reste, un certain nombre d'opérations sont justement dirigées contre certaines anomalies d'abouchement et les résultats déjà acquis ne peuvent qu'encourager à marcher dans la voie ouverte d'hier.

Mais, indépendamment de ces operations spéciales, on comprendra l'importance que la simple duplicité peut prendre dans nombre de cas. Au cours d'une néphrectomie, par exemple, c'est la nécessité d'un double pédicule uretéro-vasculaire ; dans une néphrotomie, c'est la possibilité déconcertante (si l'on ne songe pas à l'anomalie) de deux trajets offerts à un cathétérisme retrograde. Enfin, dans les

opérations qui présentent un temps pelvien, ce peut être l'envahissement ou l'adhérence de deux uretères au lieu d'un et nécessitant chacun le traitement habituellement pratiqué pour l'uretère normal unique.

L'oubli de traiter un de ces uretères pourrait amener soit des conséquences immédiatement graves, soit, au minimum, l'établissement d'une fistule d'autant plus difficile à traiter secondairement que le chirurgien en méconnaîtra presque fatalement l'origine.

Il faudra donc toujours penser à cette éventualité au cours de certaines hystérectomies, par exemple, et plus encore dans les interventions radicales que l'on cherche actuellement à diriger contre les néoplasmes utérins (opérations de Mackenrodt, de Wertheim, de Pollosson, etc.).

Les deux cordons juxtaposés d'un uretère double offrent (étant plus large que l'uretère simple) plus de chances d'être blessés ou pris dans une pince au moment de leur passage dans le ligament large. Dans les cas (comme dans les interventions dont nous venons de parler) où s'imposent la recherche et l'isolement préalable des uretères, il importe au maximum de vérifier avec soin si d'un côté ou des deux on se trouve en présence de deux canaux, le traitement habituel de l'uretère devant alors s'appliquer à chacun de ceux-ci.

Disons enfin pour terminer ce paragraphe que la connaissance des dispositions anormales est nécessaire lorsqu'on a à procéder à une intervention dirigée contre une fistule uretérale, qu'elle soit consécutive à un accouchement, à une intervention ou à un traumatisme.

* * *

L'étude des anomalies uretérales n'a pas que l'intérêt pratique dont on voudra bien être convaincu par ce qui précède, elle est aussi appelée à fournir quelque lumière sur le point encore très controversé du développement embryologique de l'uretère. On connaît les données classiques ayant actuellement cours en ce qui concerne ce développement ; si elles sont brièvement résumées ici, ce ne sera que pour faire voir en quoi elles expliquent mal certaines anomalies. Au reste, l'accord au sujet de l'interprétation embryogénique de celles-ci n'est pas encore fait, pas plus d'ailleurs que sur le point préjudiciel du dévelop-

pement même de l'uretère. Quoi qu'il en soit, voici en quelques lignes la théorie classique.

Le premier rudiment de l'appareil uro-génital est constitué par le rein céphalique ou *pronéphros*. C'est un canal étendu depuis le cœur en avant jusqu'au cloaque en arrière et s'ouvrant dans ce dernier. Perpendiculairement à ce canal, dans son extrémité antérieure, viennent se brancher un certain nombre de canaux secondaires pourvus de cellules ciliées et débouchant librement, d'autre part, dans le péritoine par une ouverture pourvue de longs cils. L'aire occupée par ces canaux est richement vascularisée et les vaisseaux y forment des bouquets ou houppes glomérulaires (glomérules du *pronéphros*). Ce rein ne devient fonctionnel que chez les cyclostomes, les téléostéens et certaines larves d'amphibies. Chez les amniotes il est extrêmement éphémère et n'est représenté que par le canal longitudinal dont nous avons parlé. C'est le canal de Wolff. Celui-ci apparaît comme un cordon plein chez l'embryon de poulet de deux jours.

L'accord n'est pas fait sur le feuillet qui produit ce canal et, depuis Hensen, certains embryologistes le rattachent au feuillet ectodermique ; ceci n'a pas d'importance au point de vue qui nous occupe. Quant à la partie glandulaire proprement dite, elle est certainement d'origine mésodermique.

Au *pronéphros* fait suite le rein primordial appelé encore *mésonéphros* ou corps de Wolff.

Sur le côté du canal de Wolff apparaissent des tubes formés par une invagination de l'épithélium péritonéal. Ces tubes s'ouvrent d'une part, dans le péritoine par une ouverture appelée néphrostome, d'autre part dans le canal de Wolff ; les néphrostomes se ferment vite ; à ce moment les tubes du corps de Wolff sont donc seulement tributaires du canal. A leur extrémité juxta-péritonéal apparaît un bouquet vasculaire formant glomérule. Chaque tube entoure un glomérule, l'épithélium s'amincit et en fin de compte on se trouve en présence d'un paquet de capillaires sanguins faisant saillie dans un tube glandulaire ; c'est, en somme, un canalicule urinaire.

Le corps de Wolff ne fonctionne comme rein que pendant une courte période de la vie embryonnaire ; il s'atrophie ensuite ne laissant que quelques vestiges (parovarium, paradidyme, corps de Rosenmüller, rete testis).

Le rein définitif ou *métanéphros* n'a pas attendu la disparition du corps de Wolff pour se constituer.

Pendant l'organisation de celui-ci il apparaît sur le canal de Wolff un bourgeon creux se dirigeant en haut. Le pédicule de ce bourgeon constituera l'uretère, sa partie supérieure donnera naissance au rein suivant un processus qui, pour Sedgwick et Balfour, rappelle absolument celui qui a amené la formation du corps de Wolff :

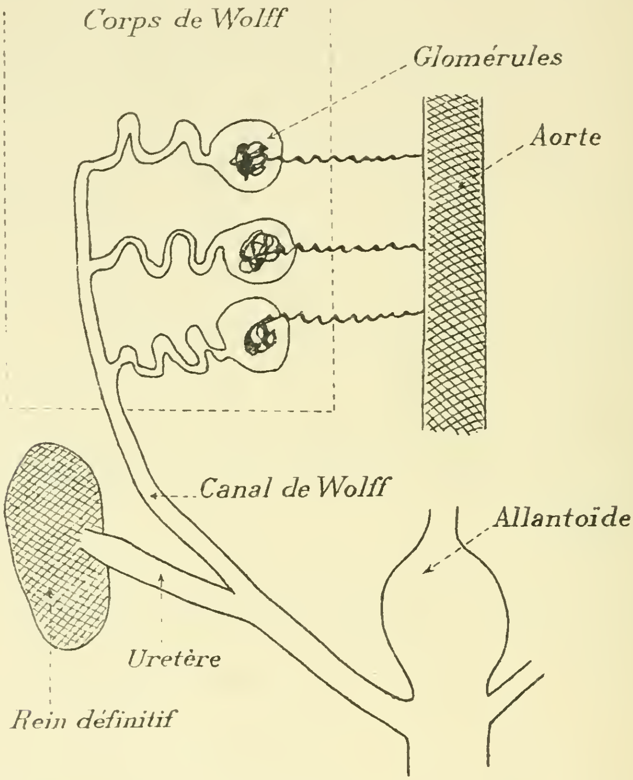


Schéma montrant le corps de Wolff et le bourgeonnement uretéral sur le canal de Wolff (imité de Testut).

division du canal primaire en canaux secondaires multiples, différenciation de canalicules glandulaires dans la lame moyenne, anastomoses des deux ordres de conduits et formation de glomérules vasculaires. Pour d'autres cependant, la partie glandulaire du rein définitif naîtrait du bourgeonnement des tubes papillaires.

Quoi qu'il en soit de la genèse du rein définitif, le point admis est

que l'uretère est formé par la partie inférieure du bourgeon né sur le canal de Wolff et par la partie tout inférieure de ce dernier ; dans le cours du développement le canal commun uretéro-Wolffien devient très court, puis disparaît, en sorte que le canal de Wolff et l'uretère viennent s'ouvrir à côté l'un de l'autre dans la partie de l'allantoïde qui va constituer la vessie ; plus tard, le pont allantoïdien qui sépare les deux canaux s'accroît considérablement, l'uretère restant dans la région qui constituera le trigone, le canal de Wolff évoluant, au contraire, en bas du côté de l'urèthre.

Quelques mots sont maintenant nécessaires pour faire comprendre les modifications qui se sont en même temps produites au niveau du cloaque, changeant complètement l'aspect de celui-ci par sa division en deux parties, et aboutissant en fin de compte à la formation du sinus uro-génital et au développement de l'allantoïde urinaire.

L'allantoïde naît de la partie inférieure de l'intestin primitif, sous la forme d'un bourgeon creux se dirigeant du côté ventral de l'embryon. Ce bourgeon, placé exactement sur la ligne médiane, est situé juste en avant de la membrane anale et naturellement au-dessus d'elle. Ce bourgeon s'allonge progressivement, jusqu'à sortir par l'orifice ombilical au delà duquel il forme, dans le cœlome externe, la vésicule appelée précisément allantoïde proprement dite.

Cette vésicule allantoïde disparaît plus tard avec les annexes et ne nous préoccupera pas davantage ; quant à son pédicule, placé dans l'abdomen, c'est à son dépens que se forme la vessie en bas et l'ouraque en haut, qui la prolonge jusqu'à l'ombilic ; ouraque qui n'est que le vestige du canal conduisant à la vésicule allantoïde du cœlome externe.

En même temps, en arrière de l'allantoïde, entre elle et l'intestin primitif dont elle provient par bourgeonnement, apparaît un éperon qui descend de plus en plus jusqu'à séparer le cloaque en deux parties, l'une postérieure ou anale, l'autre antérieure allantoïdienne ou génito-urinaire. C'est l'éperon périnéal, ébauche du périnée proprement dit.

Le cloisonnement du cloaque ne se fait cependant pas simplement par la descente de cet éperon périnéal ; en réalité cette descente n'est qu'apparente ; Retterer et Keibel ont démontré que, conformément aux données déjà anciennes de Rathke, le cloisonnement résulte de la fusion de deux bourrelets latéraux qui se rapprochent comme deux

rideaux, un de chaque côté, et dont la soudure s'opère graduellement de haut en bas : ce sont les replis de Rathke, la partie soudée constituant l'éperon périnéal proprement dit.

Or, les canaux de Wolff communiquent au début avec le cloaque, mais précisément au point où se forme le bourgeon allantoïdien : dans l'ascension et l'extension de celui-ci, ils sont entraînés et perdent, de par la division du cloaque en deux parties, leur abouchement initial avec l'intestin primitif. Ils sont dorénavant tributaires de la vésicule allantoïde, ou du moins de son pédicule, et précisément dans le point qui formera plus tard la vessie.

On voit donc tout le parti qu'on peut tirer de ces dispositions embryologiques pour expliquer les anomalies uretérales[1], à condition d'admettre la possibilité de la persistance du canal de Wolff, ou tout entier, ou au moins dans sa portion inférieure (canal uretéro-Wolffien des auteurs), qui formerait plus tard elle-même l'extrémité inférieure de l'uretère, et la possibilité de l'organisation en un rein définitif de tout ou d'une partie du corps de Wolff.

S'il y a persistance de celui-ci, du canal de Wolff et bourgeonnement sur celui-ci d'un uretère primitif aboutissant à un rein définitif, il y aura, par la suite, fusion de ce rein avec celui provenant du corps de Wolff, et deux uretères (l'un uretère véritable, l'autre canal de Wolff persistant) se réunissant en un seul (canal uretéro-Wolffien) à quelque distance de la vessie ; c'est l'anomalie dite duplicité incomplète de l'uretère.

Si le bourgeonnement qui doit aboutir à la formation du rein définitif se fait non plus à l'extrémité inférieure du canal de Wolff, mais plus bas et tout près, sur la paroi postérieure de l'allantoïde, on aura alors, si le corps et le canal de Wolff persistent encore et qu'il y ait fusion du rein Wolffien avec le rein définitif, l'anomalie dite duplicité complète de l'uretère, un des uretères provenant du bourgeonnement normal, l'autre de la persistance du canal de Wolff.

La duplicité complète peut encore résulter d'un arrêt de développement se produisant au moment où, le canal commun uretéro-Wolffien ayant disparu, le canal de Wolff et l'uretère ont des orifices distincts dans la vessie. S'il y a persistance de cette disposition et

---

[1] Consulter, au sujet des anomalies de l'uretère, la thèse de Spaletta, Paris 1895.

fusion du rein Wolffien et du rein définitif, l'anomalie est constituée.

La théorie que nous apportons et qui consiste en somme à soutenir l'origine Wolffienne de la plupart des anomalies uretérales, rend compte encore de plusieurs autres faits difficiles à expliquer dans la théorie classique. C'est tout d'abord la rareté extrême des observations où l'on signale l'absence d'un rein avec persistance de l'uretère du même côté. Nous en connaissons deux seulement, celle de Montmollin (*Revue médicale de la Suisse Romande*, 1882), celle de Ferrand (*Bull. Soc. Anat.*, 1868).

Une autre observation nous paraît aussi très démonstrative, c'est celle de Stoltz, dans laquelle on signale à droite deux uretères, l'un aboutissant au rein, l'autre imperforé du côté de la vessie et aboutissant en haut à une sorte de kyste à paroi très épaisse; celle-ci s'explique facilement en considérant l'uretère anormal comme la persistance du canal de Wolff avec atrophie concomitante du corps de Wolff.

Ce sont des cas où le processus régressif, aboutissant à la disparition, ne s'est produit qu'au niveau de ce dernier, laissant intact le canal de Wolff lui-même.

Dans la théorie classique, on explique la duplicité soit complète, soit incomplète, par un double bourgeonnement, donnant deux uretères et deux reins, mais il n'est pas nécessaire et, de plus, il nous paraît illogique d'admettre une anomalie par excès de développement (on sait que ce sont les plus rares), alors qu'un simple arrêt de développement (anomalie des plus fréquentes) suffit à tout expliquer si l'on admet simplement la persistance à l'état adulte d'un état embryonnaire destiné normalement à n'être que momentané.

De plus, la théorie Wolffienne permet de comprendre et d'expliquer très aisément : d'abord pourquoi dans la duplicité incomplète le canal commun est toujours assez court; pourquoi l'uretère supplémentaire est toujours externe ou inférieur (il a suivi la descente du canal de Wolff). Pourquoi, dans la théorie classique, les deux bourgeons auraient-ils pris naissance à cette distance, l'un sur le canal de Wolff, l'autre sur une partie de l'allantoïde où rien n'appelait l'apparition d'un tel phénomène?

Les abouchements anormaux sont également très faciles à interpréter avec la théorie Wolffienne. Nous avons dit que le canal de Wolff aboutit initialement à l'intestin primitif; si le bourgeonnement

allantoïdien ne se produit pas exactement au niveau de cette embouchure. il s'ensuit que le canal de Wolff reste alors tributaire de l'intestin primitif et si secondairement il ne disparaît pas, alors est constituée l'anomalie dans laquelle l'uretère aboutit à un point du canal intestinal, généralement le rectum. De même. si le canal de Wolff s'abouche dans le cloaque au point précis où vient se former l'éperon périnéal par la fusion des replis de Rathke, il peut alors être entraîné avec cet éperon (dans lequel vient plus tard se former l'urèthre) et alors la persistance anormale du canal de Wolff et du rein Wolffien amènera soit un abouchement dans l'urèthre (cas de Chuche, Carrieu, Erlach, Secheyron, etc.), soit un abouchement vulvaire, près du méat, tels sont les cas de Soller (*Lyon Médical*, 1862), Josso (*Gazette méd. de Nantes*, 1884), Bois (*Soc. de Chir.*, 1892), Baumm (*Arch. f. Gyn. Berlin*. 1892) et beaucoup d'autres. Là encore, l'anomalie peut s'expliquer par la simple descente du canal de Wolff, descente apparente que nous savons se produire normalement par suite de l'accroissement de l'ouraque au-dessus du point d'abouchement du canal de Wolff; si celui-ci et le rein Wolffien persistent, l'abouchement alors pourra être ou prostatique, ou uréthral, ou, dans le cas extrême, vulvaire ou para-méatique.

Ajoutons enfin que c'est précisément dans cette région que certains auteurs. Rieder entre autres, ont décrit des vestiges du canal de Wolff sous le nom de canaux de Gartner, et que c'est précisément dans cette région que se trouvent ces canaux, chez les mammifères comme la vache et la truie, où ils représentent, comme on le sait, l'extrémité inférieure non disparue des canaux de Wolff. Nous voyons donc qu'il est naturel de considérer un abouchement uretéral dans cette région comme le résultat de la transformation en uretère du canal de Wolff et de son fonctionnement comme tel, par suite de l'organisation en un rein définitif d'une partie du corps de Wolff.

Au lieu de cette explication si simple et si en rapport avec tout ce que nous savons du développement de l'appareil uro-génital, on a essayé d'expliquer les abouchements anormaux par un bourgeonnement anormalement situé soit près du méat, soit sur l'intestin, etc. Mais, encore une fois, pourquoi ce bourgeonnement en cette région? A la rigueur, si le développement de l'uretère se faisait de haut en bas, si c'était le rein qui envoyait en bas son canal excréteur, on pourrait admettre encore que celui-ci se trompât d'adresse, pour

ainsi dire et qu'au lieu d'aboutir à la vessie il vînt se déverser, en manquant son but précis, à la peau ou dans le rectum. Mais nous savons qu'il n'en est pas ainsi, c'est l'uretère qui précède le rein ; c'est d'en bas que part le bourgeon qui s'épanouira en rein en haut (rein définitif), ou bien c'est sur un canal déjà existant que vient se constituer un appareil rénal (corps de Wolff), et alors pourquoi admettre un bourgeonnement devant aboutir à la formation d'un rein, apparaissant au hasard sur une région quelconque comme le rectum ou la region péri-uréthrale.

Au contraire, si l'on se rappelle l'abouchement initial du canal de Wolff dans l'intestin primitif, son mouvement de descente vers l'urèthre après la constitution du bourgeon uréthral normal, on voit qu'il suffit d'admettre, pour expliquer, toutes les anomalies d'abouchement, soit sa persistance pure et simple et son organisation en uretère définitif (abouchement uréthral ou para-uréthral), soit un abouchement initial légèrement reporté en arrière, auquel cas nous avons vu que le canal de Wolff, n'étant plus dans la région où se forme le bourgeon allantoïdien, restera tributaire de l'intestin primitif (abouchement dans l'intestin ou le rectum).

Les imperforations uretérales s'expliquent de même par un processus régressif très incomplet du canal de Wolff, s'étant borné à l'oblitération sans la disparition du canal entier.

On le voit, en admettant la théorie Wolffienne des anomalies uretérales, la plupart s'expliquent par un simple arrêt de développement, les autres par un trouble portant seulement sur le point précis du bourgeonnement uretéral ou bien sur le point d'abouchement du canal de Wolff. Or, il est bon de remarquer qu'au moment de ce bourgeonnement, la longueur total de l'embryon n'étant que de quelques millimètres, un déplacement presque insignifiant pourra entraîner par la suite des conséquences considérables, si le canal de Wolff reste, par exemple, tributaire du cloaque dans sa partie postérieure intestinale (abouchement intestinal de l'uretère), ou bien si ce canal tombe au point où se formera l'éperon périnéal (abouchement vulvaire ou uréthral).

Ainsi donc, nous voyons que les anomalies uretérales, dont quelques-unes sont si difficiles à expliquer par la théorie classique des bourgeons doubles ou anormalement situés, sont, au contraire, des plus aisées à interpréter toutes si l'on veut bien admettre la theorie

précédente. D'autre part, il n'y a dans le cours du développement aucun fait qui la contredise ou la montre impossible ; elle seule s'applique facilement aux différents faits anormaux observés, qui rentrent alors tout simplement dans la grande classe des anomalies dites par arrêt de développement et fixation à l'état définitif d'une disposition embryonnaire habituellement transitoire.

LISTE DES TRAVAUX

PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE SCOLAIRE 1904-1905

Par les Professeurs de l'Université

Et par les Auxiliaires de l'Enseignement

FACULTÉ DE DROIT

M. FOURNIER. — Divers articles de critique.

M. MICHOUD. — La théorie de la personnalité morale et son application au droit français, 1re partie. 1 vol. in-8°. Librairie générale de droit et de jurisprudence, 1905.

Personnes morales, dans le *Répertoire de droit administratif*, Béquet-Laferrière-Dislère, t. XXII.

La Houille blanche, conférence faite dans la grande salle de l'Université de Liège, le 10 août 1905, dans le *Bulletin du Syndicat des forces motrices* d'octobre 1905.

M. CAPITANT. — Collaboration au *Recueil périodique de Dalloz* :

1° Note sur un arrêt de la Cour de Grenoble du 30 décembre 1902 : les droits des seigneurs hauts justiciers sur les cours d'eau coulant dans l'étendue de leurs apanages ; concessions par eux faites à des particuliers ;

M. Capitant. — Collaboration au *Recueil périodique de Dalloz :*

2° Note sur un arrêt de la Cour de Chambéry du 21 janvier 1903 : la juridiction commerciale est compétente pour connaître des contestations qui s'élèvent entre deux industriels au sujet des conventions intervenues entre eux, ayant pour objet les achats de droits de riveraineté et l'aménagement de chutes d'eau, en vue de les revendre à des tiers.

M. Cuche. — Traité de science et de législation pénitentiaires. 1 vol. in-8°. Paris. Librairie générale de droit et de jurisprudence, 1905.

Rapport au Congrès pénitentiaire international de Buda-Pesth sur le classement moral des prisonniers (septembre 1905).

Étude sur la législation et les institutions du patronage en France, présentée au Congrès international des Patronages. Liége, août 1905, brochure in-8°.

M. Hitier. — Comptes rendus dans la *Revue d'économie politique*, juillet 1905 :

André Colliez : *Les Associations agricoles de production et de vente.*

A. Buylla et J.-G. Alegre : *Memoria acerca de la informacion agraria en Ambos Castillas.*

M. Geouffre de Lapradelle. — 1° La condition juridique du Maroc, d'après l'accord franco-anglais. Paris, Pedone, 1905 ;

2° L'arbitrage anglo-brésilien de 1904 (en collaboration avec M. N. Politis). Paris, Giard et Brière, 1905 ;

3° Chronique du droit international dans ses rapports avec le droit constitutionnel et administratif, dans le numéro d'octobre-novembre-décembre de la *Revue du droit public ;*

4° Comptes rendus divers d'ouvrages anglais et allemands.

M. Duquesne. — *Manuel des antiquités romaines*, t. XVII, XVIII, XIX : Th. Mommsen, Le droit pénal romain, traduit par J. Duquesne (en cours de publication).

Comptes rendus critiques :

E. Lambert : Études de droit commun législatif ou de droit civil comparé, t. I, dans *Nouvelle Revue d'Histoire de Droit français et étranger*, 1904.

J. Hitier : La doctrine de l'absolutisme, dans *Nouvelle Revue d'Histoire de Droit français et étranger*, 1904.

Divers comptes rendus dans la *Revue internationale de l'Enseignement*.

M. Bernard. — 1° Collaboration au *Recueil général des lois et arrêts*. Note sous Cass., Ch. Req., 2 août 1904. Sirey. 1895, 1. 185 ;

2° Note sous Grenoble, 2 mai 1905. *Journal des Cours de Grenoble et Chambéry*, 1905, p. 232.

FACULTÉ DES SCIENCES

M. Collet. — Publication du t. I de la série II des Œuvres de Cauchy (en collaboration avec M. Émile Borel).

M. E. Cotton. — Généralisation du trièdre mobile (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXXIII, 1905, p. 42).

Sur l'intégration approchée des equations différentielles (*Comptes rendus*, 20 février et 17 juillet 1905)

M. Dulac. — Intégrales d'une équation différentielle avec conditions initiales singulières (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVII).

M. Recoura. — Sur un sulfate ferrique basique (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 19 juin 1905).

Hydrolyse des solutions très concentrées de sulfate ferrique (*Ibid.*, 26 juin 1905).

Sur le sulfate ferrique hydraté. Transformations moléculaires (*Ibid.*, 10 juillet 1905).

M. Dubois. — Sur l'extension à l'oxyde de zinc d'une méthode de reproduction de silicates de potasse et d'autres bases (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXLI, p. 254).

Sur les liqueurs denses à base d'iodomercurates alcalins (*Ibid.*, t. CXLI, p. 385).

M. Kilian. — Étude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes Maritimes (en collaboration avec le D[r] A. Guébhard) (*Bulletin de la Société géologique de France*. 4[e] série, t. II, p. 737-828, pl. XLVIII, XLIX, L).

Sur quelques fossiles remarquables de l'Hauterivien de la région d'Escragnolles (*Ibid.*, p. 864. 1 pl.).

Études géologiques dans les Alpes occidentales. Contributions à la géologie des chaînes intérieures des Alpes Françaises (en collaboration avec M. Révil). — Tome I, Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais septentrional.

(Ministère des Travaux publics. Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France ; 1 volume in-4° de 627 pages, 3 cartes, 8 planches. Paris, Imprimerie Nationale, 1904.)

Les dislocations de la montagne de la Bastille, près Grenoble (*Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Grenoble*, 1904 ; 8 p., 1 pl.).

Empreintes d'Echinides sur un caillou du Miocène de Langogne (Lozère) (*Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Grenoble*, 1904 ; 2 p.) (en collaboration avec M. Lambert).

M. Kilian. — Observations à propos des travaux de M. Termier (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4[e] série, t. IV, p. 813).

Sur les fossiles éocrétaciques de la Nouvelle-Calédonie (*Ibid.*, 4[e] série, t. V, p. 113-114) (en collaboration avec M. M. Piroutet).

Présence de nombreuses *Orthophragmina* de grande taille dans les calcaires éocènes de Montricher-en-Maurienne (*Ibid.*, 4[e] série, t. V, p. 309.)

Sur l'ancienneté des granites alpins (*Ibid.*, 4[e] série, t. V, p. 345).

Observations à une note de M. Lugeon sur le système alpin (*Ibid.*, 4[e] série, t. V, p. 531).

Sur le régime hydrographique des environs de Garéoult (Var) (*Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, Congrès de Cherbourg*, 1905).

Sur de récentes observations géologiques dans les Alpes du Valais (en collaboration avec M. P. Lory) (*Comptes rendus de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Turin en 1905, in Compte rendu sommaire Société géologique de France*, septembre-novembre 1905).

Découverte du Jurassique supérieur au col de la Leysse (Savoie) (*Ibid.*) (en collaboration avec M. P. Termier).

Sur les variations des Glaciers français en 1904, dans le IX[e] rapport de la *Commission internationale des Glaciers*. Genève, 1905.

Notice explicative de la feuille Larche de la Carte géologique détaillée de la France au 80.000[e] (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVII, n° 1).

Partie de la feuille Gap de la Carte géologique détaillée de la France au 80.000[e] (sous presse) (Ministère des Travaux publics).

Notes sur les feuilles de Grenoble et Vizille (revision) et Privas au 80.000[e]; Lyon et Dijon au 320.000[e] (*Bulletin des Services de la Carte geologique de France et des Topographies souterraines*, t. XVI : *Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1904*, p. 120-126).

M. Kilian. — Note sur la feuille de Grenoble (massif de la Chartreuse) (en collaboration avec M. P. Lory) (*Ibid.*, p. 126-127).

M. Lachmann. — Observations phénologiques faites au jardin alpin de Chamrousse (*Association française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Cherbourg*, août 1905).

M. Léger. — Sur les Hémoflagellés du *Cobitis barbatula* (*Compte rendu de la Société de Biologie*, 5 novembre 1904).

Sur un nouveau Flagellé parasite des Tabanides (*Ibid.* 24 décembre 1904).

Sur les affinités de l'*Herpetomonas subulata* et la Phylogénie des Trypanosomes (*Ibid.*, 24 décembre 1904).

Sur un nouveau protiste parasite des Otiorhynques (en collaboration avec M. Hesse) (*Ibid.*, 21 janvier 1905).

Un nouveau type cellulaire de Grégarine à cytoplasme métomérisé (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 20 février 1905).

Sur la présence d'un Trypanoplasma intestinal chez les Poissons (*Compte rendu de la Société de Biologie*, 18 mars 1905).

M. E. Rothé. — Vereinfachte Farbenphotographie (*Chemiker Zeitung*, 1905, 29, n° 7).

La photographie interférentielle des couleurs (*Bulletin de la Société dauphinoise des Amateurs photographes*, avril 1905, n° 33).

Nouvelles recherches sur la photographie des couleurs, communication faite au Congrès de Cherbourg de l'*Association Française pour l'Avancement des Sciences*, août 1905, et *Annales de l'Université de Grenoble*, 1905, n° 3.

Travaux exécutés dans les Laboratoires.

M. P. Lory. — Revision des feuilles de Grenoble, Vizille et Die. (*Compte rendu des Collaborateurs de la Carte géologique de France pour 1904*).

Recherches sur le Jurassique moyen entre Grenoble et Gap (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVII, 1905).

Sur la limite des neiges et sur le Glaciaire dans les Alpes Dauphinoises (*Compte rendu de la Société géologique de France*, 19 juin 1905; *Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. V, p. 535).

M. Jacob. — Rapport préliminaire à la Commission Française des Glaciers sur les observations en Dauphiné de l'été 1904 (*La Géographie*, 1905, pp. 441-444, avec 1 fig).

Revision de la feuille de Vizille (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, n° 105, avril 1905, pp. 117-119).

Etude sur les Ammonites et sur l'horizon stratigraphique du gisement de Clansayes (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. V, mai 1905, pp. 309-432, avec 9 fig. dans le texte et 2 pl.).

(En collaboration avec M. Flusin) Étude sur le Glacier Noir et le Glacier Blanc dans le massif du Pelvoux (*Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, n° 31, 1905, avec 2 pl. et 2 cartes topographiques au 10.000e).

M. Hitzel. — Sur la limite d'extension des glaciers pléistocènes dans la vallée de l'Isère inférieure (*Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*, 3 fig.).

Topographie glaciaire de la haute vallée de La Côte-Saint-André (Isère) (*Ibid.*), 5 fig.

Revision de la feuille de Grenoble (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*).

M. Vidal. — Recherches sur le climat de Grenoble (*Bulletin de la Société de Statistique de l'Isère*).

La sécheresse de 1904 en Dauphiné (*La Géographie*, 1905), en collaboration avec M. Duhamel).

Anatomie de la racine et de la tige de l'*Eritrichium nanum* (*Association française pour l'Avancement des Sciences. Congrès de Cherbourg*, août 1905).

MM. Vidal et Offner. — Les colonies de plantes méridionales des environs de Grenoble (*Annales de l'Université de Grenoble*, 1905).

Sur la flore méridionale des environs de Grenoble et de quelques régions voisines (*Bulletin de la Société Botanique de France*, 1905).

M. Offner. — Sur la végétation des lacs du Jura (*La Géographie*. XI, 1905).

Articles bibliographiques dans le *Botanisches Centralblatt* et dans *La Géographie*.

M. Hesse.—Thelohania Legrin n. r/., Microsporidie nouvelle, parasite des larves d'Anophiles maculipennis Meig. (*C. R. Société de Biologie*, 17 décembre 1904, t. LVII).

Sur le développement de Thelohania Legeri Hesse (*Ibid.*, 17 décembre 1904, t. LVII).

Sur Myxocystis Mrazeki Hesse, Microsporidie parasite des Limnodribus Hoffmeisteri Clap (*Ibid.*, 7 janvier 1905, t. LVIII).

Sur un nouveau Protiste parasite des Otiorhynques, en collaboration avec M. le professeur Léger (*Ibid.*, 21 janvier 1905, t. LVIII, n° 3, et *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVII, n° 1).

Notes sur les Microsporidies (*Ibid.*, t. XVII, n° 1).

Microsporidies nouvelles des Insectes (*ibid.*, t. XVII, n° 2).

M. Cépède. — Le Blageon et la Suiffe bouchesse dans les lacs et les cours d'eau de la région delphino-savoisienne (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVII, n° 2).

FACULTÉ DES LETTRES

M. DE CROZALS. — La peinture vénitienne (traduit de l'italien, de Pompeo Momenti). 1 vol. grand in-8° avec illustrations. Florence, Alinari, 1904.

L'Éloge de la Folie et sa place dans l'œuvre d'Érasme (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVII, n° 1).

Rapport sur le concours Pallias (*Bulletin de l'Académie Delphinale*, 1905).

M. MORILLOT. — Du sentiment artistique dans la Morale de Montaigne, par Édouard Ruel. Compte rendu dans la *Revue internationale de l'Enseignement*, mai 1905.

M. BESSON. — Collaboration à la *Revue internationale de l'Enseignement*.

Collaboration à la *Revue des Langues vivantes*. Articles bibliographiques divers.

Schiller et la littérature française. Conférence faite à l'Université de Grenoble, le 9 mai 1905, à l'occasion du centenaire de la mort de Schiller (Grenoble, Allier, 1905).

M. DUMESNIL. — Le Spiritualisme. « Je suis » (*Annales de l'Université de Grenoble*, t. XVI, n° 3, p. 453 à 563).

Le Spiritualisme. 1 vol. grand in-8° de xv-165 pages. Société française d'imprimerie et de librairie, Paris.

Discours prononcé à la distribution solennelle des prix du Lycée de jeunes filles de Grenoble, le mardi 25 juillet 1905, par M. Dumesnil, président.

Préface aux « Poèmes idéalistes et Poésies posthumes » de Michel Jouffret. 1 vol. Chez Lemerre, Paris.

Collaboration à la *Revue internationale de l'Enseignement*.

M. CHABERT. — Histoire sommaire des études d'épigraphie grecque en Europe. En cours de publication dans la *Revue Archéologique*.

Collaboration au *Dauphiné*, etc.

M. HAUVETTE. — Le chevalier Marin et la Préciosité (*Bulletin italien*, t. V, n° 1).

Notes sur les chroniqueurs Gino et Neri Capponi (*Ibid.*).

Les ballades du Décaméron (*Journal des Savants*, cahier de septembre 1905).

Compte rendu de F. Brunetière, Histoire de la littérature française classique, dans la *Revue critique*, juillet 1905.

Autres comptes rendus dans la *Revue critique*, le *Bulletin italien*, la *Bibliografia dantesca* (anno II), etc...

M. COLARDEAU. — Ulysse chez Alcinoos et chez le Cyclope (*Annales de l'Université de Grenoble*, 1905, XVII, 3).

M. ROSSET. — E féminin au XVIIe siècle, dans *Mélanges de Philologie offerts à Ferdinand Brunot*. Paris, 1905.

Exercices pratiques d'Articulation et de Diction, composés pour l'enseignement de la langue française aux étrangers. Grenoble, 1905.

Un enseignement expérimental de la Prononciation française (*Revue internationale de l'Enseignement supérieur*, avril 1905).

M. FERDINANDO NERI. — La Tragedia italiana del Cinquecento. Firenze, 1904 (*Pubblicazione dell'Istituto di Studi Superiori*).

ÉCOLE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

M. Bordier. — Rapport sur le fonctionnement du bureau d'hygiène de Grenoble en 1904.

La Généalogie de l'Homme et le signe de la Swastika (*Bulletin de la Société d'Anthropologie*).

Discours prononcé à l'inauguration du buste du Dr A. Rey, à Corenc.

M. Deschamps. — Modifications de la courbure de la cornée, sous l'influence des injections sous-conjonctivales (*Dauphiné médical*).

Une épine de ronce dans la chambre antérieure (*Ibid.*).

M. Jacquemet. — Recherche clinique des albuminoïdes urinaires (*Dauphiné médical*).

M. Martin (Léon). — Sur une albumine urinaire (*Dauphiné médical*).

M. Perriol. — Appendicite herniaire suppurée.

M. Picaud. — L'os molaire chez les Japonais (*Bulletin de la Société d'Anthropologie*).

Les quatre saisons dans le patois du Dauphiné (*Ibid.*).

Les sépultures de Boiron, près Morges (Suisse) (*Ibid.*).

Insectes nuisibles à l'agriculture.

Les Engrais.

M. Porte. — Déchloruration dans la cirrhose (*Dauphiné médical*).

M. Verne. — Opium des fumeurs et fumeurs d'opium (*Bulletin de la Société d'Anthropologie*).

M. Audan, chef de clinique. — Considérations à propos de la vaccination (*Dauphiné médical*).

Traitement électrique de la névralgie faciale.

M. Audan. — Traitement des tumeurs par les rayons X.

Note sur la vaccination hospitalière.

M. Muller, bibliothécaire de l'École. — Une nouvelle station néolithique près des Balmes de Fontaine (*Bulletin de l'Association pour l'Avancement des Sciences*).

Notes sur les stations préhistoriques en plein air des environs de Grenoble (*Ibid.*).

Découverte et fouille d'une station préhistorique à Saint-Loup (*Ibid.*).

Compte rendu analytique de l'exposition d'Anthropologie préhistorique faite à l'École de Médecine pendant la durée du Congrès de l'Avancement des Sciences.

Quelques notes d'Ethnographie alpine (*Revue des Alpes Dauphinoises*).

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVII

Grenoble, imp. Allier frères, cours de Saint-André, 26.